

Школа ИШНПТ

Направление подготовки 15. 03. 01. Машиностроение

Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления корпуса оправки для алмазного выглаживания отверстий

УДК: 621.923.4:621.921.34

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A61	Хэ Лин		05.06.2020 г.

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Червач.Ю.Б.	К. Т. Н.		05.06.2020 г.

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кащук И.В.	К. Т. Н.		05.06.2020 г.

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Сечин А.Н.	Д. Т. Н.		05.06.2020 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15. 03. 01 Машиностроение	Ефременков Е.А.	К. Т. Н.		05.06.2020 г.

Результаты обучения

Вый про	Результат обучения*	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
Общие по направлению подготовки (специальности)		
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, ..., УК-8, ОК-1; ОК-2; ОК-3, ОК-6, ОК-9, ОПК-1; ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-6, ПК-8) <i>CDIO Syllabus</i> (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (пп. 1.1, 2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов (28.008, Специалист по инжинирингу машиностроительного производства, 40.031 Специалист по технологиям механообрабатывающего производства в машиностроении, 40.052 Специалист по проектированию технологической оснастки механосборочного производства)
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, ..., УК-8, ОК-5; ОК-6; ОК-7, ОПК-2, ПК-20), <i>CDIO Syllabus</i> (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (п. 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов (28.008, Специалист по инжинирингу машиностроительного производства, 40.031 Специалист по технологиям механообрабатывающего производства в машиностроении, 40.052 Специалист по проектированию технологической оснастки механосборочного производства)
P7	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, ..., УК-8, ПК-8, ПК-17; ПК-22; ПК-24; ПК-25), <i>CDIO Syllabus</i> (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов (28.008, Специалист по инжинирингу машиностроительного производства, 40.031 Специалист по технологиям механообрабатывающего производства в машиностроении, 40.052 Специалист по проектированию технологической оснастки механосборочного производства, 40.100 Специалист по инструментальному обеспечению механосборочного производства)

P8	<p>Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.</p>	<p>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, ..., УК-8, ПК-5; ПК-6; ПК-7, ПК-10, ПК-12, ПК-19, ПК-21 ПК-23, ПК-26), <i>CDIO Syllabus</i> (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>, требования профессиональных стандартов (28.008, Специалист по инжинирингу машиностроительного производства, 40.031 Специалист по технологиям механообрабатывающего производства в машиностроении, 40.052 Специалист по проектированию технологической оснастки механосборочного производства)</p>
Профиль «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств»		
P11	<p>Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.</p>	<p>Требования ФГОС (ОПК-4, ПК-14, ПК-17, ПК-18), <i>CDIO Syllabus</i> (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (2.4, 2.5, 2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>, требования профессиональных стандартов (40.052 Специалист по проектированию технологической оснастки механосборочного производства, 40.083 Специалист по компьютерному проектированию технологических процессов, 40.089 Специалист по компьютерному программированию станков с числовым программным управлением, 40.100 Специалист по инструментальному обеспечению механосборочного производства).</p>
P12	<p>Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий.</p>	<p>Требования ФГОС ВО (ПК-10; ПК-11, ПК-13; ПК-14), <i>CDIO Syllabus</i> (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>, требования профессиональных стандартов (40.031 Специалист по технологиям механообрабатывающего производства в машиностроении, 40.052 Специалист по проектированию технологической оснастки механосборочного производства, 40.083 Специалист по компьютерному проектированию технологических процессов, 40.100 Специалист по инструментальному обеспечению механосборочного производства).</p>

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа ИШНПТ

Направление подготовки (специальность) 15.03.01. Машиностроение

Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

Ефременков Е.А.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
154A61	Хэ Лин

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления корпуса оправки для алмазного выглаживания отверстий	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	28.02.2020 г. №59-67/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2020 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертеж детали, годовая программа выпуска.

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Обзор научно-технической литературы, определение типа производства, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и основного времени, конструирование специального приспособления
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	1. Чертеж детали, $A_3 \times 2$ 2. Размерный анализ, A_3 3. Операционный карта, $A_1 \times 3$ 4. Чертеж приспособления. A_1 5. Спецификация, $A_4 \times 3$
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Технологический и конструкторский	Червач.Ю.Б.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кашук И.В.
Социальная ответственность	Сечин А.И.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	16.12.2019 г.
--	---------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНПТ	Червач.Ю.Б.	К. Т. Н.		16.12.2019 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A61	Хэ Лин		16.12.2019 г.

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит: 126 страниц, 18 припусков, 19 таблиц, 8 источников, 3 приложений

Ключевые слова: технологический процесс, режимы резания, оправка динамометрическая, припуски, контрольно-измерительное приспособление.

Объектом изучения является: чертеж и технологический процесс детали «оправка динамометрическая».

Цель работы: разработка технологического процесса изготовления корпуса оправки для алмазного выглаживания отверстий

Работа состоит из четырёх частей: технологическая, конструкторская, экономическая и социальная ответственность.

Технологическая часть состоит из разделов по определению типа производства, анализ конструкции детали, расчет режимов резания, расчет основного времени, определение штучно-калькуляционного времени, расчет допусков, припусков и технологические размеры.

Abstract

Graduation paper contains: 126 pages, 18 allowances, 19 tables, 8 sources, 3 applications

Key words: technological process, cutting conditions, dynamometric mandrel, allowances, instrumentation.

The object of study is: drawing and the technological process of the part "dynamometric mandrel".

Purpose of work: development of a manufacturing process for manufacturing a mandrel body for diamond smoothing holes

The work consists of four parts: technological, design, economic and social responsibility.

The technological part consists of sections for determining the type of production, analysis of the design of the part, calculation of cutting modes, calculation of main time, determination of piece-and-time calculation, calculation of tolerances, allowances and technological dimensions.

Оглавление

Введение.....	10
1. Технологическая часть.....	11
1.1 Исходные данные.....	11
1.2 Анализ технологичности конструкции детали	12
1.3 Определение типа производства	13
1.4 Выбор заготовки и методов и ее изготовления.....	16
1.5 Машрута изготовления детали	18
1.6 Размерный анализ технологического процесса	25
1.7 Расчет допусков и технологических и конструкторских размеров	27
1.7.1 Расчет допусков и конструкторских размеров	27
1.7.2 Расчет допусков и технологических размеров	27
1.7.3 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров	28
1.7.4 Определение минимальных припусков на обработку	31
1.8 Выбор средств технологического оснащения.....	34
1.9 Расчет режимов резании.....	38
1.10 Расчет основного времени	65
1.11 Определение штучно-калькуляционного времени.....	69
2. Конструкторская часть	73
2.1 Принцип работы приспособления.....	73
2.2 Определить силу зажима W при трёхкулачковом патроном механизме	76
2.3 Расчет силы зажима	77
2.4 Определить необходимую силу крепления заготовки всеми кулачками	78

3. Экономическая часть	82
Введение.....	82
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения..	82
3.1.1 Анализ конкурентных технических решений.....	82
3.1.2 SWOT-анализ.....	83
3.2 Планирование научно-исследовательских работ	87
3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	87
3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения	88
3.3 Бюджет научно-технического исследования	91
3.4 Расчет материальных затрат научно-технического исследования	91
3.5 Расчет амортизации специального оборудования.....	92
3.6 Основная заработная плата исполнителей темы	93
3.7 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	94
3.8 Накладные расходы	95
3.9 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	96
Выводы по разделу	98
4. Социальная часть	101
Введение.....	101
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	101
4.2 Производственная безопасность	102
4.2.1 Анализ условий труда на рабочем месте.....	102
4.2.2 Анализ показателей шума и вибрации	103

4.2.3 Анализ показателей микроклимата.....	104
4.2.4 Анализ освещенности рабочей зоны.....	105
4.2.5 Анализ электробезопасности.....	108
4.2.6 Анализ пожарной безопасности	108
4.3 Экологическая безопасность.....	109
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	110
Заключение	111
Список	112
Приложение А. Чертёж детали	113
Приложение Б. Чертёж приспособления	115
Приложение В. Спецификация приспособление	118
Приложение Г. Техническая карта	121
Приложение Д. Размерный цепь.....	125

Введение

Современное понимание инженерных технологий сформировалось на основе поколений в стране и за рубежом ежедневные ученые и инженеры, которые способствуют развитию науки и технической наука.

Работа состоит из четырех частей: технологическая, конструкторская, экономическая и социальная ответственность.

Цель работы: Целью данной работы является разработка технологического процесса изготовления корпуса оправки для алмазного выравнивания отверстий

Практическая значимость результатов ВКР указывается в технологических научных, в процессе выполнения работы: корпус оправки для измерения твердости.

В работе решается задача по созданию эффективного технологического процесса изготовления детали. Технологический процесс разрабатывается для условий серийного производства.

1. Технологическая часть

1.1 Исходные данные

Разработать технологический процесс изготовления детали «Оправка корпус». рисунок детали представлен на рисунок 1.1

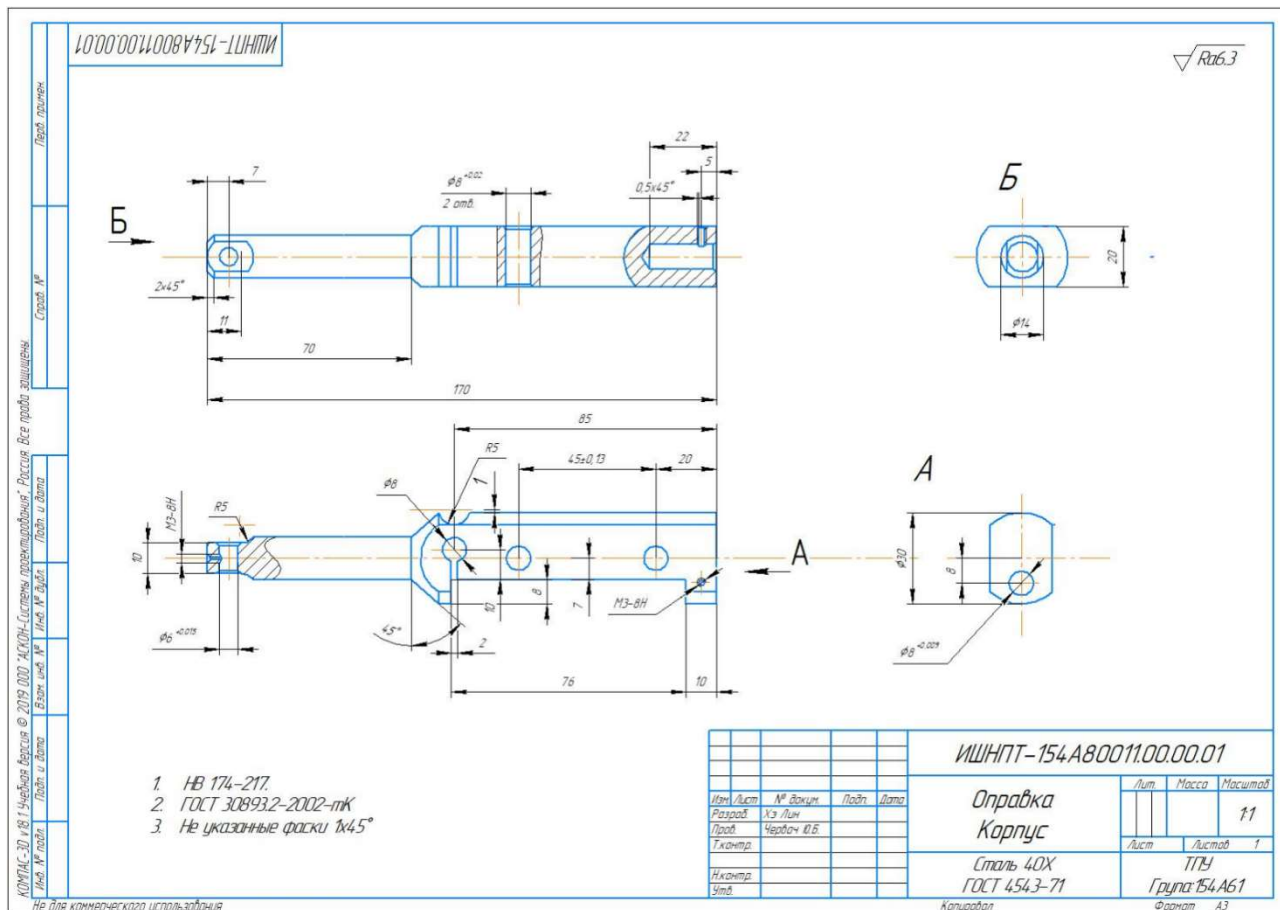


Рисунок 1.1 Чертёж детали

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Деталь «оправка корпус» представляет собой тело вращения, материал из которого изготавливается стали 40Х. Структура детали очень проста и имеет хорошую базовую поверхность для первоначальной эксплуатации.

Контроль размера диаметра с помощью кронштейна, кольца, микрометр. Это указывает на возможность увеличения режимов резания и обработки большим количеством инструментов. Поверхность «оправка корпус» не требует высокой точности, поэтому нет необходимости назначать на размеры более точные квалитеты допуска.

Размеры на которые не указан конкретный допуск по техническим требованиям выполняются по ГОСТ 30893.2-2002-мк., кроме 45 js12,13 js9, болт $M3-\frac{8H}{8h}$, $M8-\frac{8H}{8h}$, отверстие $\phi 8H6$ и $\phi 6\frac{H7}{h6}$.

Шероховатость поверхности общая - требование $R_a=6.3$.

1.3 Определение типа производства

Тип производства определяем по коэффициенту закрепления операций [6, стр. 20]:

$$K_{з.о} = \frac{t_{\text{в}}}{T_{\text{ср}}}, \quad (1.1)$$

где $t_{\text{в}}$ – такт выпуска детали, мин.;

$T_{\text{ср}}$ – среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса, мин.

Программа выпуска – 5000 шт./год.

Такт выпуска детали определяем [6, стр. 21]:

$$t_{\text{в}} = \frac{F_{\text{г}}}{N_{\text{г}}} \quad (1.2)$$

Где $F_{\text{г}}$ – годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

$N_{\text{г}}$ – годовая программа выпуска деталей.

Для обработки «оправка корпус», принимаем двухсменный режим работы. [6, стр. 22]:

$F_{\text{г}} = 4015 \text{ ч.}$

Тогда:

$$t_{\text{в}} = \frac{F_{\text{г}}}{N_{\text{г}}} = \frac{4015 \cdot 60}{5000} = 48.2 \text{ мин} \quad (1.3)$$

А среднее штучно – калькуляционное время определяется :

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\text{ш.к} i}}{n}, \quad (1.4)$$

Где $T_{\text{ш.к} i}$ – штучно-калькуляционное время i -ой основной операции, мин.;

n – количество основных операций.

Основное технологическое время T_0 определяем по таблицам 1.1. [8, стр. 26]

Таблица 1.1 - Формулы для определения норм основного времени

Наименование перехода	Основное время обработки, T_0 , мин
Отрезка	$0,011 \cdot D^2$
Черновая подрезка торца	$0,000037 \cdot (D^2 - d^2)$
Черновое точение	$0,000075 \cdot dl$
Чистовое точение	$0,00017 \cdot dl$
Сверление отверстий	$0,00052 \cdot dl$
Рассверливание отверстий	$0,00052 \cdot dl$
Черновое растачивание отверстий	$0,00020 \cdot dl$
Растачивание отверстий	$0,00018 \cdot dl$
Фрезерование	$0,00701 \cdot dl$
<p>d - диаметр обрабатываемой поверхности; l - длина обрабатываемой поверхности; D - диаметр обрабатываемого торца; $(D-d)$ - разность наибольшего и наименьшего диаметров обрабатываемого торца.</p>	

Для всех операции (Токарная с ЧПУ) $\phi_k = 2,14$.

Заготовительная:

$$T_0 = 0,00019 \cdot D^2 = 0,00019 \cdot 35^2 = 0,233 \text{ мин.}$$

Первая операция:

- переход 005

$$T_0 = 0,000037 \cdot (D^2 - d^2) = 0,000037 \cdot 35^2 = 0,045 \text{ мин}$$

- переход 010

$$T_0 = 0,000075 \cdot dl = 0,000075 \cdot 35 \cdot 110 = 0,29 \text{ мин}$$

- переход 015

$$T_0 = 0,000037 \cdot (D^2 - d^2) = 0,000037 \cdot 35^2 = 0,045 \text{ мин}$$

- переход 020

$$T_0 = 0,000075 \cdot dl = 0,000075 \cdot 14 \cdot 70 = 0,074 \text{ мин}$$

- переход 025
 $T_0 = 0,000075 \cdot dl = 0,000075 \cdot 35 \cdot 2 = 0,01 \text{ мин}$
- переход 030
 $T_0 = 0,00701 \cdot dl = 0,00701 \cdot 10 \cdot 11 = 0,77 \text{ мин}$
- переход 035
 $T_0 = 0,00052 \cdot dl = 0,00052 \cdot 2 \cdot 4 = 0,004 \text{ мин}$
- переход 040
 $T_0 = 0,00052 \cdot dl = 0,00052 \cdot 4 \cdot 3 = 0,006 \text{ мин}$
- переход 045
 $T_0 = 0,00052 \cdot dl = 0,00052 \cdot 6 \cdot 10 = 0,03 \text{ мин}$
- переход 050
 $T_0 = 0,00701 \cdot dl = 0,00017 \cdot 20 \cdot 100 = 0,34 \text{ мин}$
- переход 055
 $T_0 = 0,00052 \cdot dl = 0,00052 \cdot 8 \cdot 22 = 0,091 \text{ мин}$

$$T_{ш-к1} = \varphi_{к1} T_{01} = 1,705 \times 2,14 = 3,65 \text{ мин}$$

Вторая операция:

- переход 005
 $T_0 = 0,00701 \cdot dl = 0,00701 \cdot 10 \cdot 20 = 1,4 \text{ мин}$
- переход 010
 $T_0 = 0,000075 \cdot dl = 0,000075 \cdot 8 \cdot 77 = 0,046 \text{ мин}$
- переход 015
 $T_0 = 0,00052 \cdot dl = 0,00052 \cdot 8 \cdot 20 = 0,08 \text{ мин}$
- переход 020
 $T_0 = 0,000075 \cdot dl = 0,000075 \cdot 2 \cdot 6 = 0,001 \text{ мин}$
- переход 025
 $T_0 = 0,00052 \cdot dl \times 2 + 0,00052 \cdot dl = 0,00052 \cdot 8 \cdot 20 \times 2 + 0,00052 \cdot 2 \cdot 20 = 0,187 \text{ мин}$
- переход 030

$$T_0 = 0,00020 \cdot dl \times 2 + 0,00020 \cdot dl = 0,00020 \cdot 8 \cdot 20 \times 2 + 0,00020 \cdot 2 \cdot 20 = 0,07$$

мин

$$T_{ш-к2} = \varphi_{к1} T_{02} = 1,597 \times 2,14 = 3,42 \text{ мин}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение определяем по формуле (1.3):

$$T_{cp} = \frac{\sum T_{ши}}{n} = \frac{3,65 + 3,42}{2} = 3,54 \text{ мин}$$

Тип производства определяем по формуле:

$$K_{з,о} = \frac{t_v}{T_{cp}} = \frac{48,2}{3,54} = 13,6$$

Так $10 < K_{з,о} = 13,6 < 20$, тип производства: среднесерийный

1.4 Выбор заготовки и методов и ее изготовления

Зависит от свойств материала (Сталь 40X) ГОСТ 4543-71, (среднесерийное), выбираем в качестве исходной заготовки – прокат сортовой стальной, горячекатаный по ГОСТ 2590-2006.

Таблица 1.2 - химические состав в % выражении стали 40X

Химический Элемент процентов	%
Углерод (C)	0,36-0,44
Кремний (Si)	0,17-0,37
Марганец (Mn)	0,5-0,8
Никель (Ni), меньше	0,03
Сера (S), меньше	0,035
Фосфор (P), до	0,035
Хром (Cr),	0,8-1,1
Медь (Cu), до	0,03

Железо (Fe),до	97
----------------	----

Таблица 1.3 - механические свойства стали 40Х

НВ(МПа)	$\sigma_{0,2}$ (МПа)	σ_b (МПа)	σ (%)	К(Дж)
143-200	780	980	10	59

Следовательно, конфигурация детали и тип производства предполагают в качестве заготовки для данной детали выбрать заготовку из проката. эскиз заготовки показал на рисунок 1.2

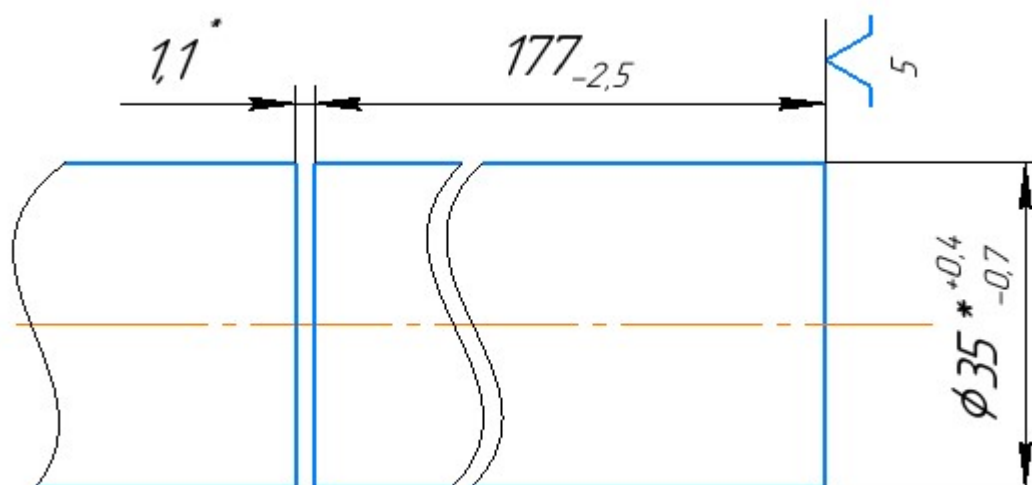


Рисунок 1.2 Эскиз заготовки

1.5 Машрута изготовления детали

Таблицы 1.4 - маршрута изготовления детали

Номер			Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операции	Установ	Переход		
00	—	005	Заготовительная. Установить и снять деталь Отрезать заготовку, выдерживая размер, $177_{-2,5}$	
01	А	005	Токарная с ЧПУ Установить и снять деталь Подрезать торец 1, выдерживая размер, $173_{-1,6}$	
		010	Обточить поверхность 2, выдерживая размеры, $110 \pm 0,4$, $\phi 30_{-0,3}$	

Номер			Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операции	Установ	Переход		
01	Б	015	Подрезать торец 3, выдерживая размер, 170_{-1}	
		020	Обточить поверхность 4, выдерживая размеры, $70 \pm 0,4$, $\Phi 14_{-0,2}$ за 5 проходов	
		025	Обработать фаску 5, выдерживая размер, $2 \pm 0,1 \times 45^\circ \pm 1^\circ$	

Номер			Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операции	Установ	Переход		
01	Б	030	Сверлить отверстие 6, выдерживая размеры, 8 ± 0.2 , $\phi 2^{+0.1}$	
		035	Нарезать резьбу 7, выдерживая размеры, 5 ± 0.2 , М3 ^{+0.01}	
		040	Фрезеровать поверхности 8,9. выдерживая размеры, $R5^{+0.4}$, 11 ± 0.2 , и 10 ± 0.2	

Номер			Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операции	Установ	Переход		
01	Б	045	Сверлить отверстие 10, на длину $10 \pm 0,2$, выдерживая размеры, $\phi 6^{+0,02}$, и $7 \pm 0,2$	
	В	050	Фрезеровать поверхность 11, 12. выдерживая, размер, $\phi 20 \pm 0.3$	
		055	Сверлить отверстие 13. выдерживая размеры, 22 ± 0.3 , фаска $1 \pm 0.1 \times 45^\circ \pm 1^\circ$, $\phi 8^{+0.009}$, $90^\circ \pm 30'$	

Номер			Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операции	Установ	Переход		
02	Г	005	Фрезеровать радиус 14, выдерживая размеры, $\phi 10^{+0.4}$, 85 ± 0.4 , и 1 ± 0.1	
		010	Точить канавку 15, выдерживая размеры, 76 ± 0.4 , 8 ± 0.2 , 10	

Номер			Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операции	Установ	Переход		
02	Г	015	Сверлить отверстие 16, выдерживая размеры, $\phi 8^{+0.3}$, 85 ± 0.4 , 10 ± 0.2	
		020	Фрезеровать канавку 17, выдерживая размер, 2 ± 0.1	
		025	Сверлить отверстие 18, 19, 20. выдерживая размеры, 2 отверстие $\phi 8^{+0.02}$, 45 ± 0.13 , 20 ± 0.3 , 7 ± 0.2 , и 1 диаметр, $\phi 2^{+0.1}$, 5 ± 0.2 , 8 ± 0.2	

Номер			Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операции	Установ	Переход		
02	Г	030	Нарезать резьбу 21, выдерживая размеры, $\phi 3^{+0.01}$, $5 \pm 0,2$, $8 \pm 0,2$.	<p>The sketch shows a longitudinal section of a mechanical part. A thread section is indicated with a diamond symbol and the number 5. Dimensions are given for the thread section: $\phi 3^{+0.01}$ for the inner diameter and $5 \pm 0,2$ for the length. A surface finish symbol $\sqrt{Ra\ 6.3}$ is shown on the right side of the part. The part has a complex profile with a central hole and a shoulder.</p>

1.6 Размерный анализ технологического процесса

Для обработки детали, необходимо сделать размерный анализ(схему), это показано на рисунке 1.3. Главной показал осевые размеры.

Граф для «оправка корпус» представлена на рисунок 1.3

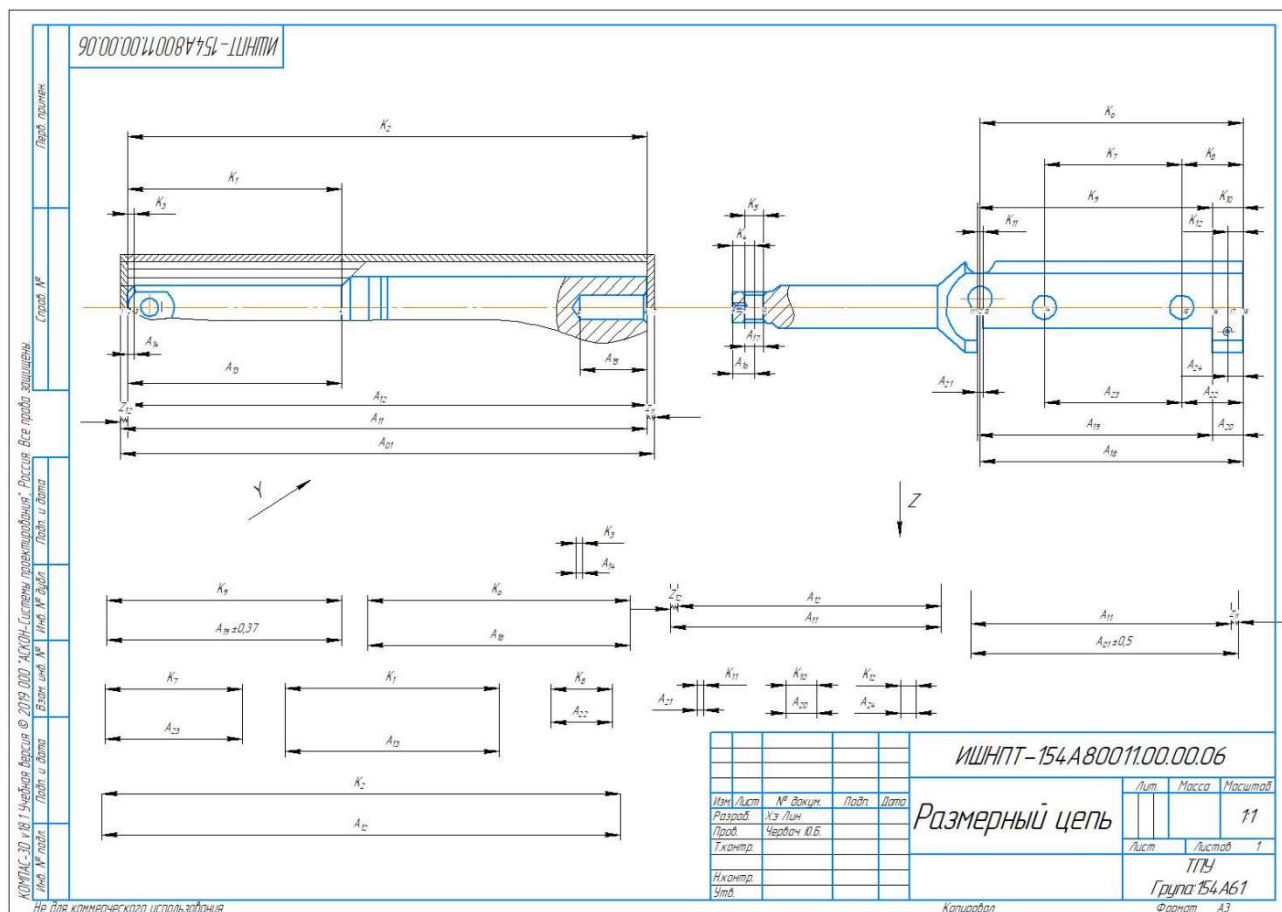


Рисунок 1.3 Размерная схема

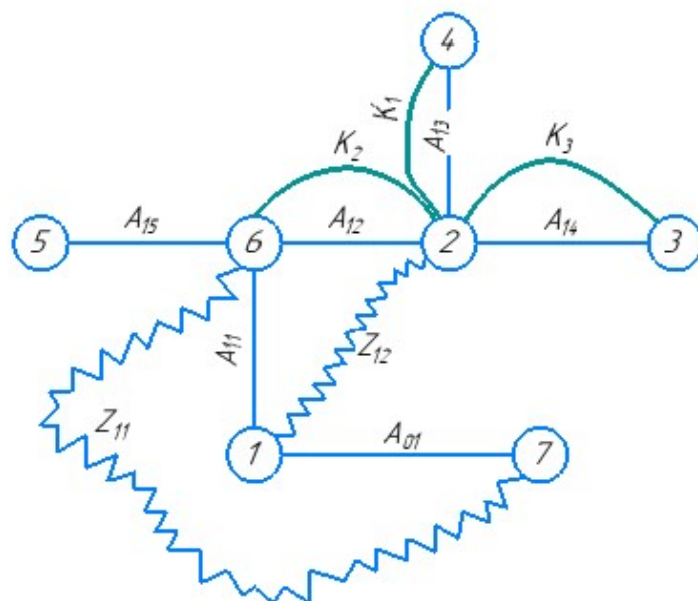


рисунок 1.4 Граф технологических размерных цепей направлении Y

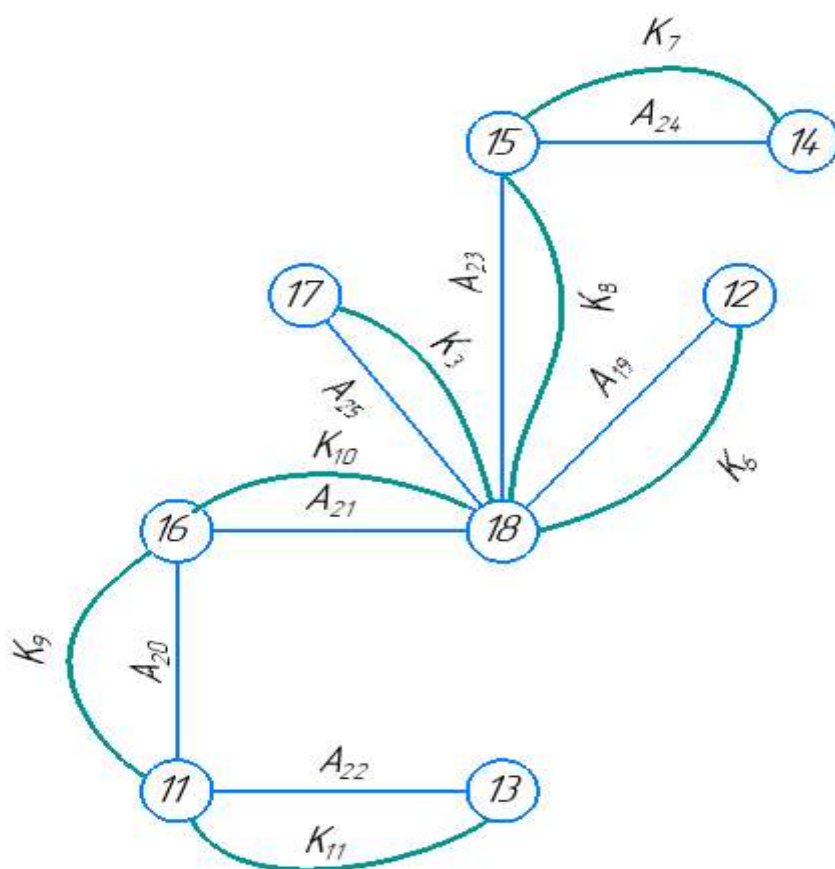


рисунок 1.5 Граф технологических размерных цепей направлении Z

1.7 Расчет допусков и технологических и конструкторских размеров

1.7.1 Расчет допусков и конструкторских размеров

Допуски на конструкторские размеры:

Размер $K_1 = 70 \pm 0.4$. Допуск $TK_1 = 0,8\text{мм}$;

Размер $K_2 = 170 \pm 0.5$. Допуск $TK_2 = 1 \text{ мм}$;

Размер $K_3 = 2 \pm 0.1$. Допуск $TK_3 = 0,2 \text{ мм}$;

Размер $K_6 = 85 \pm 0.4$. Допуск $TK_3 = 0,8 \text{ мм}$;

Размер $K_7 = 45 \pm 0,125$ Допуск $TK_4 = 0,25\text{мм}$;

Размер $K_8 = 20 \pm 0.3$. Допуск $TK_8 = 0,6 \text{ мм}$;

Размер $K_9 = 76 \pm 0,4$. Допуск $TK_9 = 0,8 \text{ мм}$;

Размер $K_{10} = 10 \pm 0.2$. Допуск $TK_{10} = 0,4 \text{ мм}$;

Размер $K_{11} = 2 \pm 0.1$. Допуск $TK_{11} = 0,2\text{мм}$;

Размер $K_{12} = 5 \pm 0.2$. Допуск $TK_{12} = 0,4 \text{ мм}$;

1.7.2 Расчет допусков и технологических размеров

Допуски на осевые технологические размеры определяют по формуле [3, стр. 34]:

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_{u.i-1} + \varepsilon_{6i}, \quad (1.5)$$

Где ω_{ci} - статическая погрешность по [3, стр. 65 приложение 1], мм;

$\rho_{u.i-1}$ - пространственное отклонение измерительной (технологической)

базы, для торцевого биения выбрать по его диаметру и точности качества по ГОСТ 24643-81, получим $\rho_{u.i-1}=0,3\text{мм}$.

ε_{6i} - погрешность базирования мм; по гост 21495-76.

$$TA_{01} = \omega_c + \rho_u + \varepsilon_6 = 0,25 + 0,3 + 0 = 0,55\text{мм}$$

$$TA_{11} = \omega_c + \rho_{\text{и}} + \varepsilon_6 = 0,25 + 0,3 + 0 = 0,55 \text{ мм}$$

$$TA_{12} = \omega_c + \rho_{\text{и}} + \varepsilon_6 = 0,12 + 0,3 + 0 = 0,42 \text{ мм}$$

$$TA_{13} = \omega_c + \rho_{\text{и}} + \varepsilon_6 = 0,25 + 0 + 0 = 0,25 \text{ мм}$$

$$TA_{14} = \omega_c + \rho_{\text{и}} + \varepsilon_6 = 0,2 + 0 + 0 = 0,2 \text{ мм}$$

$$TA_{15} = \omega_c + \rho_{\text{и}} + \varepsilon_6 = 0,17 + 0 + 0 = 0,17 \text{ мм}$$

$$TA_{18} = \omega_c + \rho_{\text{и}} + \varepsilon_6 = 0,17 + 0 + 0 = 0,17 \text{ мм}$$

$$TA_{19} = \omega_c + \rho_{\text{и}} + \varepsilon_6 = 0,17 + 0 + 0 = 0,17 \text{ мм}$$

$$TA_{20} = \omega_c + \rho_{\text{и}} + \varepsilon_6 = 0,12 + 0 + 0 = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{21} = \omega_c + \rho_{\text{и}} + \varepsilon_6 = 0,12 + 0 + 0 = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{22} = \omega_c + \rho_{\text{и}} + \varepsilon_6 = 0,1 + 0 + 0 = 0,1 \text{ мм}$$

$$TA_{23} = \omega_c + \rho_{\text{и}} + \varepsilon_6 = 0,1 + 0 + 0 = 0,1 \text{ мм}$$

$$TA_{24} = \omega_c + \rho_{\text{и}} + \varepsilon_6 = 0,1 + 0 + 0 = 0,1 \text{ мм}$$

1.7.3 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

В процессе расчета метода максимума и минимума необходимо написать условия, обеспечивающие точность размеров конструкции [3, стр. 48]:

$$TK \geq \sum_{i=1}^{n+p} TA_i. \quad (1.6)$$

Определение размера K_1 (Рисунок 1.6).

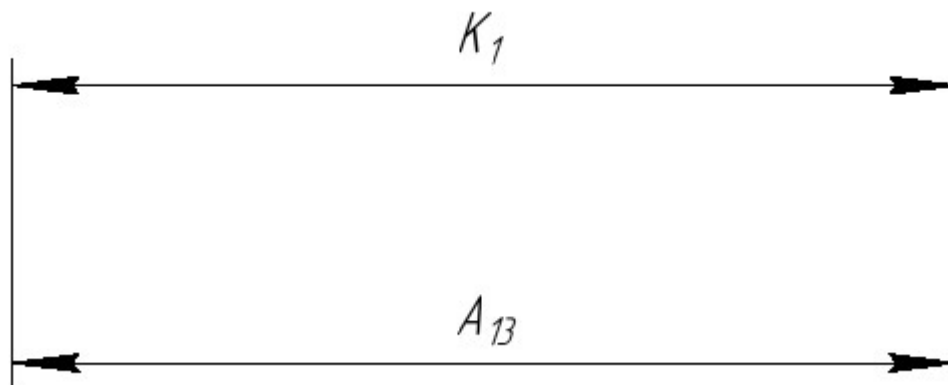


Рисунок 1.6

$$TK_1 = 0.8 \text{ мм}; \quad TA_{13} = 0,25 \text{ мм}$$

Поэтому размер K_1 выдерживается.

Определение размера K_2 (Рисунок 1.7).

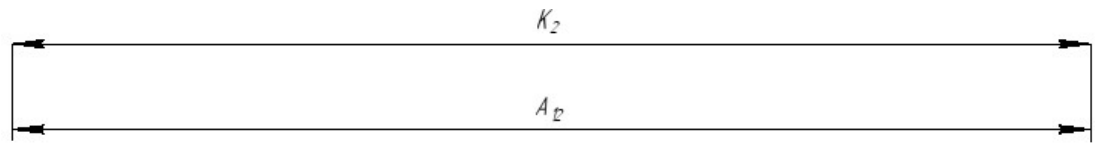


Рисунок 1.7

$$TK_2 = 1 \text{ мм}; \quad TA_{12} = 0,22 \text{ мм}$$

Размер K_2 выдерживается.

Определение размера K_3 (Рисунок 1.8).

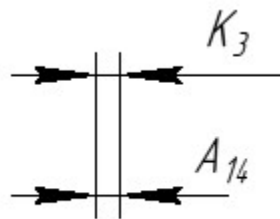


Рисунок 1.8

$$TK_3 = 0,2 \text{ мм}; \quad TA_{14} = 0,2 \text{ мм}$$

Размер K_3 выдерживается.

Определение размера K_6 (Рисунок 1.9).

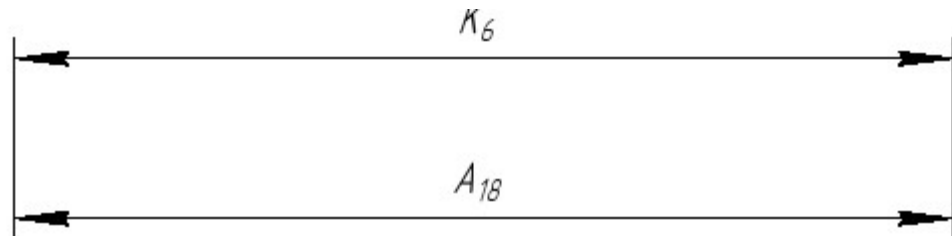


Рисунок 1.9

$$TK_6 = 0,8 \text{ мм}; \quad TA_{18} = 0,17 \text{ мм}$$

Размер K_6 выдерживается.

Определение размера K_7 (Рисунок 1.10).

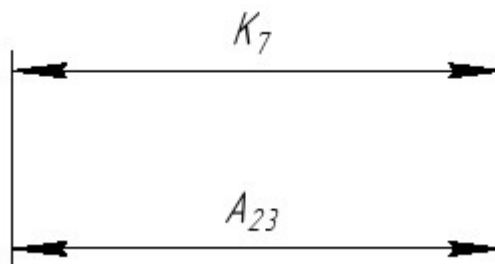


Рисунок 1.10

$$TK_7 = 0,25 \text{ мм}; \quad TA_{23} = 0,1 \text{ мм}$$

Размер K_5 выдерживается.

Определение размера K_8 (Рисунок 1.11).

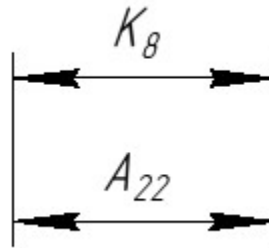


Рисунок 1.11

$$TK_8 = 0,6 \text{ мм}; \quad TA_{22} = 0,1 \text{ мм}$$

Размер K_8 выдерживается.

Определение размера K_9 (Рисунок 1.12).

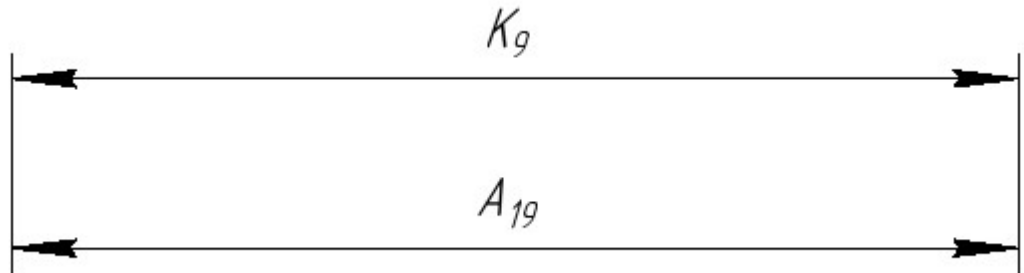


Рисунок 1.12

$$TK_9 = 0,8 \text{ мм}; \quad TA_{19} = 0,17 \text{ мм}$$

Размер K_9 выдерживается.

Определение размера K_{10} (Рисунок 1.13).

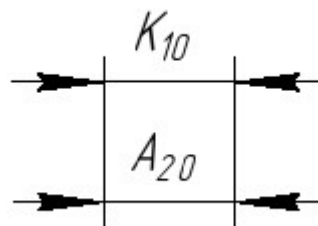


Рисунок 1.13

$$TK_{10} = 0,4 \text{ мм}; \quad TA_{20} = 0,12 \text{ мм}$$

Размер K_{10} выдерживается.

Определение размера K_{10} (Рисунок 1.14).

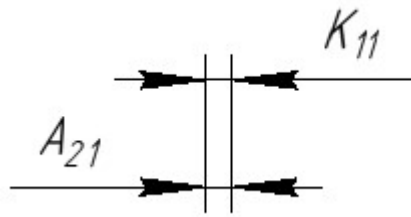


Рисунок 1.14

$$TK_{11} = 0,20 \text{ мм}; \quad TA_{21} = 0,12 \text{ мм}$$

Размер K_{11} выдерживается.

Определение размера K_{12} (Рисунок 1.15).

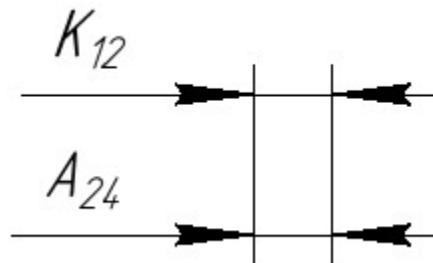


Рисунок 1.15

$$TK_{12} = 0,40 \text{ мм}; \quad TA_{24} = 0,10 \text{ мм}$$

Размер K_{12} выдерживается

1.7.4 Определение минимальных припусков на обработку

Припуском на обработку называется слой (толщина слоя) материала, удаляемый с поверхности заготовки для устранения дефектов от предыдущей обработки.

Припуск обозначается символом z . Наименьший припуск на переход i складывается из отдельных элементов, связанных с различными погрешностями.

Минимальный припуск на обрабатываемый диаметр определяется по формулам [4, стр. 42]:

$$Z_{\text{imin}} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_{i-1} \quad (1.7)$$

Где Z_{imin} - минимальный припуск на обработку поверхности вращения, мкм;

Rz_{i-1} - шероховатость с предыдущего перехода, мкм;

h_{i-1} - толщина дефектного поверхностного слоя, сформированного с предыдущего перехода, мкм;

ρ_{i-1} - суммарная погрешность формы, полученная на предшествующем переходе, мкм;

$$\rho_{i-1} = \rho_{\phi i-1} + \rho_{\rho i-1} \quad (1.8)$$

Где $\rho_{\rho i-1}$ - погрешность расположения обрабатываемой поверхности, на предшествующем переходе, мкм; [3, стр. 73 приложение 3]

Где $\rho_{\phi i-1}$ - погрешность формы обрабатываемой поверхности с предыдущего перехода, мкм. [3, стр. 73 приложение 3]

ε_{i-1} - погрешность установки и закрепления предыдущая рассматриваемой обработкой [3, стр. 76 приложение 4 таблица 2]

$$\begin{aligned} Z_{11min} &= Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,1 + 0,1 + 0.15 + 0.5 + 0,6 \\ &= 1,45 \text{ мм} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{12min} &= Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,15 + 0,15 + 0.18 + 0.56 + 0,6 \\ &= 1,64 \text{ мм} \end{aligned}$$

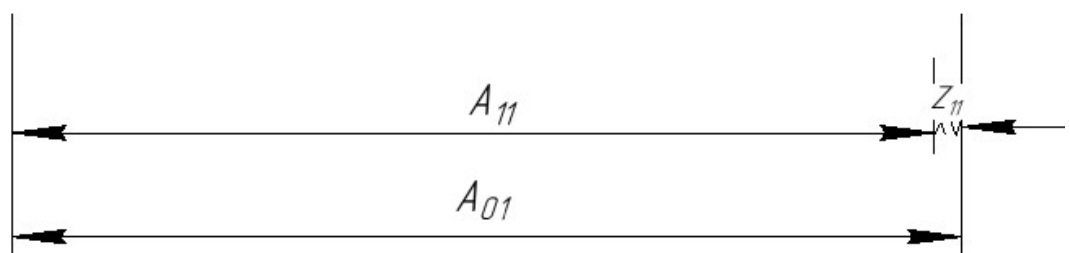


Рисунок 1.16 Размерная цепь

$$Z_{11min} = 1450 \text{ мкм}$$

$$TA_{11} = 0.55 \text{ мм},$$

$$TA_{01} = 0.55 \text{ мм}$$

$$Z_{11max} = Z_{11min} + TA_{01} + TA_{11} = 1,45 + 0,55 + 0,55 = 2,55 \text{ мм}$$

$$Z_{11}^{cp} = Z_{11min} + \frac{TA_{11} + TA_{01}}{2} = 1,45 + \frac{0,55 + 0,55}{2} = 2 \text{ мм}$$

$$A_{11} = 173,24_{-1,6} (h15) \text{ мм}$$

$$A_{01min} = A_{11max} + Z_{11min} = 173,24 + 1,45 = 174,69 \text{ мм}$$

$$A_{01max} = 174,69 + 2,5 (h16) = 177,19 \text{ мм}$$

$$\text{Получил: } A_{11} = 177,19_{-2,5} \text{ мм}$$

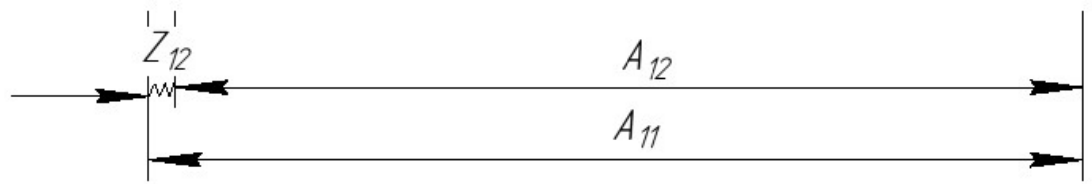


Рисунок 1.17 Размерная цепь

$$Z_{12min} = 1640 \text{ мкм}$$

$$TA_{12} = 0,42 \text{ мм}$$

$$Z_{12max} = Z_{12min} + TA_{11} + TA_{12} = 1,64 + 0,55 + 0,42 = 2,61 \text{ мм}$$

$$Z_{12}^{cp} = Z_{12min} + \frac{TA_{11} + TA_{12}}{2} = 1,64 + \frac{0,55 + 0,42}{2} = 2,13 \text{ мм}$$

$$A_{11} = 170_{-1} (h14) \text{ мм}$$

$$A_{11min} = A_{12max} + Z_{12min} = 170 + 1,64 = 171,64 \text{ мм}$$

$$A_{11max} = 171,64 + 1,6 (h15) = 173,24 \text{ мм}$$

$$\text{Получил: } A_{11} = 173,24_{-1,6} \text{ мм}$$

1.8 Выбор средств технологического оснащения

Выбор оборудования (станка) зависит от типа производства среднесерийное и объёма выпуска 5000 шт/год и диаметр деталь.

Всё операция используют токарно-фрезерный с ЧПУ и JET HBS-1516AF и ленточнопильный станок автоматический.

Таблица 1.5 - ТОКАРНО-ФРЕЗЕРНЫЙ ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР С ЧПУ HWACHEON CUTEX 240B SMC

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ	
Наибольший диаметр над станиной (мм)	Ø580 (22.84")
Максимальный диаметр точения (мм)	Ø355
Стандартный диаметр обработки (мм)	Ø215
Максимальная длина обработки (мм)	556.5
Диаметр патрона (дюймы)	[8"] [6"]
ШПИНДЕЛЬ	
Тип конуса (ASA)	[A2-6] [A2-5]
Макс. скорость вращения (об/мин)	[5000] [6000]
Диаметр отверстия в шпинделе (мм)	[Ø75] [Ø55]
Макс. диаметр прутка (мм)	[Ø64] [Ø46]
Внутренний диаметр подшипника шпинделя (мм)	[Ø100] [Ø90]
Двигатель шпинделя (кВт)	[18.5/15] [7.5/5.5]

РЕВОЛЬВЕРНАЯ ГОЛОВКА	
Количество позиций (шт)	12
Размер инструмента (мм)	25xØ40
Время индексации (с)	0,15
СКОРОСТЬ ПОДАЧИ	
Быстрое перемещение (X/Z/V) (м/мин)	36/36/30
Максимальный ход (X/Z/V) (мм)	215 / 665 / 650
Двигатель подачи (X/Z/V) кВт	3/3/1.6
ЕМКОСТЬ БАКА	
Бак смазки (л)	3
Гидравлика (л)	20
СОЖ (л)	200
ФРЕЗЕРОВАНИЕ И СВЕРЛЕНИЕ (ОПЦИЯ)	
Двигатель шпинделя (кВт)	3,7/2,2
Макс. скорость вращения (об/мин)	5 000
Мин. угол индексации ° (град)	0,001
Макс диаметр сверла/метчика (мм)	Ø20 (0.79") /M16
Диаметр нарезания резьбы метчиком (мах) (мм)	M16
ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ	
Потребляемая мощность (кВа)	35

ГАБАРИТЫ	
Высота (мм)	1915
Площадь (Длина x Ширина) (мм)	3230x1815
Вес (кг)	4 400
СИСТЕМА ЧПУ	
Тип	Fanuc 0i-TD

Таблица 1.6 - JET HBS-1516AF ленточнопильный станок

автоматический

Мощность двигателя, кВт	6 кВт
Макс. Ø обработки при 90°	Ø360 мм
Зона обработки при 90°	Ø360 мм, Ø3360x400 мм
Напряжение, В	400
Размеры ленточного полотна	34 x 1,1 x 4420 мм
Скорость движения полотна	35-85 м/мин
Объем бака СОЖ, л	80
Мощность насоса СОЖ, кВт	0,12
Пакетная резка	180÷280x 50÷160
Объем гидравлического бака	50 л
Грузоподъемность рольганга	2000 кг
Высота стола	755 мм
Мощность гидромотора	0,75 кВт
Максимальный ход за одну подачу	400 мм
Минимальный рабочий остаток заготовки при автоподаче	100 мм
Минимальный ход автоподачи	10 мм
Длина, мм	2400
Ширина, мм	2120
Высота, мм	1840
Масса, кг	1680

1.9 Расчет режимов резания

Приведенные ниже данные по назначению режимов резания разработаны с использованием официальных изданий по режимам резания инструментами из быстрорежущей стали и из твердого сплава.

1. Глубина резания;
2. Подача;
3. Скорость резания;
4. Число оборотов;
5. Главная составляющая силы резания;
6. Мощность резания;
7. Проверка по мощности.

Заготовительная операция

JET HBS-1516AF ленточнопильный станок автоматический

Точность реза +/- 0,5 мм при резке 360 мм, Биметаллическое ленточное полотно
M42 34 x 1,1 x 4420 мм

1. Глубина резания: $t = 1,1$ мм.
2. Подачу S назначаем для ленточной пилы по таблице 108 [2, стр. 425] $S \leq 50$ мм/мин, использую $S = 50$ мм/мин
3. Принимать скорость резания (м/мин) по таблице 109 [2, стр. 425] $V=12-16$ м/мин, использую $V=15$ м/мин

Токарная операция с ЧПУ: Подрезать торец 1.

Материал режущего инструмента

[2, стр. 180] –T5K10.

1. Глубина резания: $t = 2$ мм.
2. Подачу S назначаем по таблице 11 [2, стр. 364] $s = 0,8$ мм/об.
3. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v \quad (1.9)$$

По табл. 1 [2, стр. 358]:

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$$

По табл. 2 [2, стр. 359] : $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [2, стр. 361] : $n_v = 1,0$;

По табл. 5 [2, стр. 361]: $K_{ПV} = 0,9$;

По табл. 6 [2, стр. 361]: $K_{ИV} = 0.65$.

Период стойкости инструмента $T=30-60$ мин [2, стр. 363], принимаем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 47$; $m = 0,2$; $y = 0,8$; – определены по таблице 17 [2,стр. 367]:

Коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 0,77 \cdot 0,9 \cdot 0.65 = 0,45;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{47}{60^{0,2} \cdot 0,8^{0,8}} \cdot 0,45 = 9,75 \text{ м/мин};$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 9,75}{\pi \cdot 35} = 89 \text{ об/мин};$$

5. После определения рассчитываем тангенциальную сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad [2, \text{стр. 371}]$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [2, стр. 372]:

$$C_p = 408 \quad x = 0,72 \quad y = 0,8 \quad n = 0$$

Коэффициент K_p определяется по формуле [2, стр. 371]:

$$K_p = K_{mp} K_{фp} K_{γp} K_{λp} K_{rp}$$

K_{mp} -определяется по формуле [2, стр. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n$$

Где $\sigma_B = 980$ МПа – фактический параметр

$n = 0,75$ – определены по табл. 9 [2, стр. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{980}{750}\right)^{0,75} = 1,22$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [2, стр. 374]:

$$K_{fp} = 0,89; K_{yp} = 1,25; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 0,87.$$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{\lambda p} K_{rp} = 1,22 \times 0,89 \times 1,25 \times 1 \times 0,87 = 1,18$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 408 \times 0,8^{0,8} \times 9,75^0 \times 1,18 = 4027 \text{ Н}$$

Мощность резания [2, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{4027 \times 9,75}{1020 \times 60} = 0,64 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,64}{0,75} = 0,86 \text{ кВт}$$

Токарная операция с ЧПУ: Обточить поверхность 2

Материал режущего инструмента [2, стр. 180] – Т15К6.

1. Глубина резания: $t = 2,5$ мм.
2. Подачу S назначаем по таблице 11 [2, стр. 364] $s = 0,8$ мм/об.
3. Скорость резания определяется по формуле (1.9):

Принимаем: $T = 60$ мин.

$C_v = 280$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по таблице 17 [2, стр. 367].

Коэффициент K_v :

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$$

По табл. 2 [2, стр. 359] : $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [2, стр. 361] : $n_v = 1,0$;

По табл. 5 [2, стр. 361]: $K_{PV} = 0,9$;

По табл. 6 [2, стр. 361]: $K_{IV} = 1,00$.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 0,77 \cdot 0,9 \cdot 1,00 = 0,7;$$

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,7 = 83,3 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

4.Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 83,3}{\pi \cdot 30} = 884 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

5.Определяем главную силы резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad [2, \text{стр. 371}]$$

Значения коэффициентов по табл. 22 [2, стр. 374]: $C_p = 300$; $n = -0,15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$

Коэффициент K_p [2, стр. 371]:

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp}$$

Коэффициенты, по таблицам 23 [2, стр. 374]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,22.$$

$K_{MP} = 1,22$; $K_{\phi P} = 1,0$; $K_{\gamma P} = 1,0$; $K_{\lambda P} = 1,0$; $K_{rP} = 0,87$.

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} = 1,22 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,87 = 1,1$$

Силы резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 2,5^{1,0} \times 0,8^{0,75} \times 83,3^{-0,15} \times 1,1 = 3595 \text{ Н}$$

6.Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{3595 \cdot 83,3}{1020 \cdot 60} = 4,9 \text{ кВт}.$$

7.Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{4,9}{0,75} = 6,5 \text{ кВт}.$$

Токарная операция с ЧПУ: Подрезать торец 3.

Материал режущего инструмента выбираем

[2, стр. 180] – Т5К10.

1. Глубина резания: $t = 2$ мм.
2. Подачу S назначаем по таблице 11 [2, стр. 364] $s = 0,8$ мм/об.
3. Скорость резания определяется по формуле (1.9):

Принимаем $T=60$ мин; [2, стр. 363],

$C_v = 47$; $m = 0,2$; $y = 0,8$; – определены по таблице 17 [2, стр. 367]:

Коэффициент K_v :

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_r}$$

По табл. 2 [2, стр. 359] : $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [2, стр. 361] : $n_v = 1,0$;

По табл. 5 [2, стр. 361]: $K_{PV} = 0,9$;

По табл. 6 [2, стр. 361]: $K_{IV} = 0,65$.

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 0,77 \cdot 0,9 \cdot 0,65 = 0,45;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_v = \frac{47}{60^{0,2} \cdot 0,8^{0,8}} \cdot 0,45 = 9,75 \text{ м/мин};$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 9,75}{\pi \cdot 35} = 89 \text{ об/мин};$$

5. Определяем главную силы резания:

$$P_z = 10 C_P t^x s^y v^n K_P \quad [2, \text{стр. 371}]$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [2, стр. 372]:

$$C_P = 408 \quad x = 0,72 \quad y = 0,8 \quad n = 0$$

Коэффициент K_P определяется по формуле [2, стр. 371]:

$$K_P = K_{MP} K_{FP} K_{YP} K_{LP} K_{RP}$$

K_{MP} - определяется по формуле [2, стр. 362]

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,22$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [2, стр. 374]:

$$K_{FP} = 0,89; K_{YP} = 1,25; K_{LP} = 1,0; K_{RP} = 0,87.$$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{\lambda p} K_{rp} = 1,22 \times 0,89 \times 1,25 \times 1 \times 0,87 = 1,18$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 408 \times 0,8^{0,8} \times 9,75^0 \times 1,18 = 4027 \text{ Н}$$

Мощность резания [2, стр. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{4027 \times 9,75}{1020 \times 60} = 0,64 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,64}{0,75} = 0,86 \text{ кВт}$$

Токарная операция с ЧПУ: Обточить поверхность 4

Материал режущего инструмента [2, стр. 180] – Т15К6.

1. Глубина резания: $t = 2 \text{ мм}$.
2. Подачу S назначаем по таблице 11 [2, стр. 364] $s = 0,8 \text{ мм/об}$.
3. Скорость резания определяется по формуле (1.9):

Принимаем: $T = 60 \text{ мин}$.

$C_v = 280$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по таблице 17 [2, стр. 367].

Коэффициент K_v :

По табл. 1 [2, стр. 358]:

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$$

По табл. 2 [2, стр. 359] : $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [2, стр. 361] : $n_v = 1,0$;

По табл. 5 [2, стр. 361]: $K_{PV} = 0,9$;

По табл. 6 [2, стр. 361]: $K_{IV} = 1,00$.

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 0,77 \cdot 0,9 \cdot 1,00 = 0,7;$$

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,7 = 86,1 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 86,1}{\pi \cdot 14} = 1958 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

5. Определяем главную силы резания:

$$P_z = 10 C_P t^x s^y v^n K_p \quad [2, \text{стр. 371}]$$

Значения коэффициентов: $C_P = 300$; $n = -0,15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$

Коэффициент K_P :

$$K_P = K_{MP} K_{FP} K_{YP} K_{LP} K_{GP}$$

Коэффициенты, по таблицам 23 [2, стр.374]:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,22.$$

$K_{MP} = 1,22$; $K_{FP} = 1,0$; $K_{YP} = 1,0$; $K_{LP} = 1,0$; $K_{GP} = 0,87$.

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{FP} \cdot K_{YP} \cdot K_{LP} \cdot K_{GP} = 1,22 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,87 = 1,1$$

Главная силы резания:

$$P_z = 10 C_P t^x s^y v^n K_P = 10 \times 300 \times 2^{1,0} \times 0,8^{0,75} \times 86,1^{-0,15} \times 1,1 = 2862 \text{ Н}$$

5. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2862 \cdot 86,1}{1020 \cdot 60} = 4 \text{ кВт.}$$

6. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{4}{0,75} = 5,3 \text{ кВт.}$$

Токарная операция с ЧПУ: Обточить фаску 5

Материал режущего инструмента [2, стр. 180] – T15K6.

1. Глубина резания: $t = 2 \text{ мм}$.
2. Подачу S назначаем по таблице 11 [2, стр. 364] $s = 0,8 \text{ мм/об}$.
3. Скорость резания определяется по формуле (1.9):

Принимаем: $T = 60 \text{ мин}$.

$C_V = 280$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по таблице 17 [2, стр. 367].

Коэффициент K_v :

По табл. 1 [2, стр. 358]:

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}.$$

По табл. 2 [2, стр. 359] : $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [2, стр. 361] : $n_v = 1,0$;

По табл. 5 [2, стр. 361]: $K_{ПV} = 0,9$;

По табл. 6 [2, стр. 361]: $K_{ИV} = 1,00$.

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 0,77 \cdot 0,9 \cdot 1,00 = 0,7;$$

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,7 = 86,1 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

4.Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 86,1}{\pi \cdot 10} = 2740 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

5.Определяем главную силы резания:

$$P_z = 10 C_P t^x s^y v^n K_P \quad [2, \text{стр. 371}]$$

Значения коэффициентов: $C_P = 300$; $n = -0,15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$

Коэффициент K_P :

$$K_P = K_{MP} K_{FP} K_{YP} K_{LP} K_{RP}$$

Коэффициенты, по таблицам 23 [2, стр. 374]:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,22.$$

$K_{MP} = 1,22$; $K_{FP} = 1,0$; $K_{YP} = 1,0$; $K_{LP} = 1,0$; $K_{RP} = 0,87$.

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{FP} \cdot K_{YP} \cdot K_{LP} \cdot K_{RP} = 1,22 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,87 = 1,1$$

Главная составляющая силы резания:

$$P_z = 10 C_P t^x s^y v^n K_P = 10 \times 300 \times 2^{1,0} \times 0,8^{0,75} \times 86,1^{-0,15} \times 1,1 = 2862 \text{ Н}$$

6.Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2862 \cdot 86,1}{1020 \cdot 60} = 4 \text{ кВт}.$$

7.Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{4}{0,75} = 5,3 \text{ кВт}.$$

Токарная операция с ЧПУ: Сверлить отверстие 6

Материал режущего инструмента–Р6М5.

Глубина резания: $t = 1\text{ мм}$;

D-диаметр отверстие и диаметр сверло по гост 10902-77: : $D = 2\text{ мм}$;

$$t = \frac{D}{2} = 1\text{ мм};$$

Подачу S назначаем по таблице 35 [2.стр.381]. $s = 0,13\text{ мм/об}$; Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} K_v \quad (1.10)$$

Принимаем: $T=15\text{ мин}$ – определены по таблице 40 [2. стр. 384].

$C_v = 7,0$; $m = 0,20$; $q = 0,40$; $y = 0,70$;– определены по таблице 38 [2. стр. 383].

Коэффициент K_v :

$K_{\Gamma}=1,0$ – определены по таблице 2 [2, стр. 359];

$n_v=0,9$ – определены по таблице 2 [2, стр. 359];

$K_{iv}=1,0$ – определены по таблице 6 [2, стр. 361];

$K_{lv}=0,85$ – определены по таблице 41 [2, стр. 385].

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{iV} = 1,0 \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 0,85;$$

Скорость резания определяем:

$$v = 19\text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 19}{\pi \cdot 2} = 3024 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Определяем крутящий момент:

$$M_{kp} = 10 C_M D^q s^y K_p$$

Значения коэффициентов: $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ определены по таблице 42 [2, стр. 385].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{mp}$$

Коэффициенты, по таблицам 9 [2 стр.362]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{980}{750} \right)^{0,9} = 1,3;$$

$$K_{mp} = 1,3;.$$

Крутящий момент:

$$M_{kp} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 2^2 \cdot 0,13^{0,8} \cdot 1,3 = 0,35 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{mp} \cdot n}{9750} = \frac{0,35 \cdot 3024}{9750} = 0,11 \text{ кВт};$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,11}{0,75} = 0,15 \text{ кВт};$$

Токарная операция с ЧПУ: Нарезать резьбу 7

Режущий части: P6M5, метчик M3× 0,5 по ГОСТ3266-81

Шаг резьбы $P \leq 2.5 \text{ мм}$, резьбы происходит по профильной схеме (рис.7,а)
 $p=0.5 \text{ мм}$ по ГОСТ 8724-2002

Глубина резания: $t = 1.5 \text{ мм}$;

D-диаметр отверстие: $D = 3 \text{ мм}$;

$$t = \frac{D}{2} = 1.5 \text{ мм};$$

Подачу S назначаем $p=s$. $s = 0.5 \text{ мм/об}$; Скорость резания определяется по формуле при нарезание метрической резьбы: [2, стр. 432]

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} K_v$$

Принимаем: $T=90 \text{ мин}$ – определены по таблице 118 [2, стр. 431].

$C_v = 41$; $m = 0.90$; $q = 1.2$; $y = 0.5$; – определены по таблице 118 [2, стр.431].

Коэффициент K_v по таблице 119[2, стр. 433]:

Окончательно коэффициент K_v определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{ИV} = 0.8 \cdot 1.0 \cdot 1.0 = 0.8;$$

Скорость резания определяем:

$$v = 3 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 3}{\pi \cdot 3} = 318 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Определяем крутящий момент:

$$M_{kp} = 10 C_M D^q s^y K_p$$

Значения коэффициентов: $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ определены по таблице 42 [2, стр. 385].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{mp}$$

Коэффициенты по таблицам 9 [1, стр. 362]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{980}{750} \right)^{0,9} = 1,3;$$

$$K_{mp} = 1,3.$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 3^2 \cdot 0,13^{0,8} \cdot 1,3 = 0,8 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{mp} \cdot n}{9750} = \frac{0,8 \cdot 318}{9750} = 0,03 \text{ кВт};$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,03}{0,75} = 0,04 \text{ кВт};$$

Токарная операция с ЧПУ: Фрезеровать поверхность 8,9

(Здесь надо фрезеровать верные и вниз поверхности.)

Материал режущей части: P6M5

Определяем глубину фрезерования:

$$t = 2 \text{ мм};$$

Определяем подачу на зуб фрезы по таблице 76 [2, стр. 403]:

$$S_z = 0,06 \text{ мм/зуб};$$

Скорость резания определим по формуле, м/мин:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v \quad (1.11)$$

B----ширина фрезерования; B=14 мм

z----число зубьев фрезы; для цилиндрической фрезы гост 29092-91, z=6

D=50 мм----диаметр фрезы, по гост 29092-91

Принимаем по таблице 82 [2, стр. 411]:

$$T=120 \text{ мин};$$

$$C_v = 55; B=40; D=10; q = 0,45; x = 0,3; m = 0,33; y = 0,2; u = 0,1; z=6; p = 0,1$$

определены по таблице 81 [2, стр. 407].

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 0,9;$$

Скорость резания:

$$V=14 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n_{1,2} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 14}{\pi \cdot 10} = 446 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Главная силы резания:

$$P_{z1,2} = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} K_{MP}$$

Где z-число зубьев фрезы; n-частота вращения фрезы, об/мин.

Значения коэффициентов: $C_p = 68,2$; $x = 0,86$; $y = 0,72$; $u = 1,0$; $q = 0,86$; $w=0$; определены по таблице 83 [2, стр. 412].

По табл. 9 [2, стр. 362]:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,22;$$

Окружная сила, формула:

$$P_{z1,2} = 579 \text{ Н};$$

Крутящий момент:

$$M_{кр1,2} = \frac{P_z D}{2 \cdot 1000} = \frac{579 \cdot 50}{2 \cdot 1000} = 14,5 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Мощность резания:

$$N_{1,2} = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60} = \frac{579 \cdot 14}{1020 \cdot 60} = 1,35 \text{ кВт};$$

Токарная операция с ЧПУ: Сверлить отверстие 10

Материал режущего инструмента–Р6М5.

Глубина резания: $t=3$ мм;

D-диаметр отверстие и диаметр сверло по гост 10902-77: $D = 6$ мм;

$$t = \frac{D}{2} = 3 \text{ мм};$$

Подачу S назначаем по таблице 35 [2, стр. 381]. $s = 0,13$ мм/об; Скорость резания определяется по формуле (1.10):

Принимаем: $T=25$ мин – определены по таблице 40 [2, стр. 384].

$C_v = 7,0$; $m = 0,20$; $q = 0,40$; $y = 0,70$;– определены по таблице 38 [2, стр. 83].

Коэффициент K_v :

$K_\Gamma=1,0$ – определены по таблице 2 [2, стр. 359];

$n_v=0,9$ – определены по таблице 2 [2, стр. 359];

$K_{iv}=1,0$ – определены по таблице 6 [2, стр. 361];

$K_{lv}=0,85$ – определены по таблице 41 [2, стр. 385].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{iV} = 1,0 \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 0,85;$$

Скорость резания:

$$v = 20 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 20}{\pi \cdot 6} = 1061 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Определяем крутящий момент:

$$M_{kp} = 10 C_M D^q s^y K_p$$

Значения коэффициентов: $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ определены по таблице 42 [1, стр. 385].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{mp}$$

Коэффициенты, по таблицам 9 [1, стр. 362]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{980}{750} \right)^{0,9} = 1,3;$$

$$K_{mp} = 1,3;.$$

Крутящий момент:

$$M_{kp} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 2^2 \cdot 0,13^{0,8} \cdot 1,3 = 0,35 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{mp} \cdot n}{9750} = \frac{0,35 \cdot 1061}{9750} = 0,4 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,04}{0,75} = 0,05 \text{ кВт}$$

Токарная операция с ЧПУ: Фрезеровать поверхность 11,12

Режущая часть: Р6М5

Определяем глубину фрезерования:

$$t = 5 \text{ мм};$$

Определяем подачу на зуб фрезы по таблице 76 [2, стр. 403]:

$$S_z = 0,06 \text{ мм/зуб};$$

Скорость резания определим по формуле (1.11), м/мин:

B -----ширина фрезерования; $B=20 \text{ мм}$

z -----число зубьев фрезы; для цилиндрической фрезы гост 29092-91, $z=6$

$D=50 \text{ мм}$ -----диаметр фрезы, по гост 29092-91

Принимаем по таблице 82 [2, стр. 411]:

$$T=120 \text{ мин};$$

$$C_v = 55; B=40; D=10; q = 0,45; x = 0,3; m = 0,33; y = 0,2; u = 0,1; z=6; p = 0.1$$

определены по таблице 81 [2, стр. 407].

Общий поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 0,9;$$

Скорость резания:

$$V=13 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 13}{\pi \cdot 20} = 207 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Главная силы резания, окружная сила:

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} K_{MP}$$

Где z -число зубьев фрезы; n -частота вращения фрезы, об/мин.

Значения коэффициентов: $C_p = 68,2$; $x = 0,86$; $y = 0,72$; $u = 1,0$; $q = 0,86$; $w=0$; определены по таблице 83 [2, стр. 412].

По табл. 9 [2, стр. 362]:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,22;$$

Окружная сила, формула :

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} K_{MP} = 1818 \text{ Н};$$

Крутящий момент:

$$M_{\text{кр}} = \frac{P_z D}{2 \cdot 1000} = \frac{1818 \cdot 50}{2 \cdot 1000} = 45,5 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60} = \frac{1818 \cdot 13}{1020 \cdot 60} = 0,39 \text{ кВт}$$

Токарная операция с ЧПУ: Сверлить отверстие 13

Материал режущего инструмента–Р6М5.

Глубина резания: $t = 4 \text{ мм};$

D-диаметр отверстие и диаметр сверло по гост 10902-77: : $D = 8 \text{ мм};$

$$t = \frac{D}{2} = 4 \text{ мм};$$

Подачу S назначаем по таблице 35 [2, стр. 381]. $s = 0,19 \text{ мм/об};$ Скорость резания определяется по формуле (1.10)

Принимаем: $T=25 \text{ мин}$ – определены по таблице 40 [2, стр. 384].

$C_v = 7,0; m = 0,20; q = 0,40; y = 0,70$;– определены по таблице 38 [2, стр. 383].

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{LV};$$

$K_{\Gamma}=1,0$ – определены по таблице 2 [2, стр. 359];

$n_v=0,9$ – определены по таблице 2 [2, стр. 359];

$K_{iv}=1,0$ – определены по таблице 6 [2, стр. 361];

$K_{lv}=0,85$ – определены по таблице 41 [2, стр. 385].

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{LV} \cdot K_{IV} = 1,0 \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 0,85;$$

Скорость резания определяем по (1.9):

$$v = 16 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 16}{\pi \cdot 8} = 637 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Определяем крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 C_M D^q s^y K_p$$

Значения коэффициентов: $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ определены по таблице 42 [1, стр. 385].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{mp}$$

Коэффициенты, по таблицам 9 [1, стр. 362]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{980}{750} \right)^{0,9} = 1,3;$$

$$K_{mp} = 1,3;$$

крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 2^2 \cdot 0,13^{0,8} \cdot 1,3 = 0,35 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{mp} \cdot n}{9750} = \frac{0,35 \cdot 637}{9750} = 0,02 \text{ кВт};$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,02}{0,75} = 0,027 \text{ кВт}$$

Токарная операция с ЧПУ: Фрезеровать радиус 14

Материал режущего инструмента–Р6М5.

Определяем глубину фрезерования:

$$t = 5 \text{ мм};$$

Определяем подачу на зуб фрезы по таблице 76 [2, стр. 403]:

$$S_z = 0,06 \text{ мм/зуб};$$

Скорость резания определим (1.11), м/мин:

В----ширина фрезерования; В=20 мм

z----число зубьев фрезы; для концевой фрезы гост 17026-71, z=4

D=10 мм----диаметр фрезы, по гост 17026-71

Принимаем по таблице 82 [2, стр. 411]:

$$T=80 \text{ мин};$$

$$C_v = 46,7; B=20; D=10; q = 0,45; x = 0,5; m = 0,33; y = 0,5; u = 0,1; z=4; p = 0,1$$

определены по таблице 81 [2, стр. 407].

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 0,9;$$

Скорость резания:

$$V=33 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 33}{\pi \cdot 20} = 525 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Главная составляющая силы резания:

$$P_z = \frac{10 \cdot p^x \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} K_{MP}$$

Где z-число зубьев фрезы; n-частота вращения фрезы, об/мин.

Значения коэффициентов: $C_p = 68,2$; $x = 0,86$; $y = 0,72$; $u = 1,0$; $q = 0,86$; $w=0$; по таблице 83 [2, стр. 412].

По табл. 9 [2, стр. 362]:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,22;$$

Окружная сила, формула (21):

$$P_z = 7256 \text{ Н};$$

Крутящий момент:

$$M_{\text{кр}} = \frac{P_z D}{2 \cdot 1000} = \frac{7256 \cdot 10}{2 \cdot 1000} = 36.3 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60} = \frac{7256 \cdot 30}{1020 \cdot 60} = 3,56 \text{ кВт}$$

Токарная операция с ЧПУ: Точить канавку 15

Материал режущего инструмента [2, стр. 180] – Т15К6.

глубина резания: $t = 2$ мм. рабочие ход=4.

Подачу S назначаем по таблице 11 [2, стр. 364]: $s = 0.8$ мм/об.

Скорость резания определяется по формуле (1.9):

Принимаем: $T=60$ мин.

$C_V = 280$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по таблице 17 [2, стр. 367].

Коэффициент K_v :

По табл. 1 [2, стр. 358]:

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_r}.$$

По табл. 2 [2, стр. 359] : $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [2, стр. 361] : $n_v = 1,0$;

По табл. 5 [2, стр. 361]: $K_{PV} = 0,9$;

По табл. 6 [2, с.тр 361]: $K_{IV} = 1.00$.

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 0,77 \cdot 0,9 \cdot 1.00 = 0,7;$$

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0.8^{0,45}} \cdot 0.7 = 123 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 123}{\pi \cdot 30} = 1305 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Определяем главную силы резания:

$$P_z = 10 C_P t^x s^y v^n K_p \quad [2, \text{стр. 371}]$$

Значения коэффициентов: $C_P = 300$; $n = - 0,15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp}$$

Коэффициенты, по таблицам 23 [2, стр. 374]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,22.$$

$$K_{mp} = 1,22; K_{fp} = 1,0; K_{yp} = 1,0; K_{lp} = 1,0; K_{rp} = 0,87.$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{yp} \cdot K_{lp} \cdot K_{rp} = 1,22 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,87 = 1,1$$

Главная силы резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 2^{1,0} \times 0,8^{0,75} \times 123^{-0,15} \times 1,1 = 1453,6 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1453,6 \cdot 123}{1020 \cdot 60} = 2,92 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{2,92}{0,75} = 3,89 \text{ кВт}$$

Токарная операция с ЧПУ: Сверлить отверстие 16

Материал режущего инструмента—Р6М5.

Глубина резания: $t = 4 \text{ мм}$;

D-диаметр отверстие и диаметр сверло по гост 10902-77 : $D = 8 \text{ мм}$;

$$t = \frac{D}{2} = 4 \text{ мм};$$

Подачу S назначаем по таблице 35 [2,стр. 381]. $s = 0,19 \text{ мм/об}$; Скорость резания определяется по формуле по (1,10):

Принимаем: $T=25 \text{ мин}$ – определены по таблице 40 [2, стр. 384]

$$C_v = 7,0; m = 0,20; q = 0,40; y = 0,70 ; \text{—по таблице 38 [2, стр. 383].}$$

Коэффициент K_v :

$K_{\Gamma}=1,0$ – определены по таблице 2 [2, стр. 359];

$n_v=0,9$ – определены по таблице 2 [2, стр. 359];

$K_{iv}=1,0$ – определены по таблице 6 [2, стр. 361];

$K_{lv}=0,85$ – определены по таблице 41 [2, стр. 385].

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{iV} = 1,0 \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 0,85;$$

Скорость резания определяем:

$$v = 16 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 16}{\pi \cdot 8} = 637 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{kp} = 10 C_M D^q s^y K_p$$

Значения коэффициентов: $C_M=0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ определены по таблице 42 [2, стр. 385].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{mp}$$

Коэффициенты, по таблицам 9 [2 с.362]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{980}{750} \right)^{0,9} = 1,3;$$

$$K_{mp}=1,3,.$$

Крутящий момент:

$$M_{kp} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 2^2 \cdot 0,13^{0,8} \cdot 1,3 = 0,35 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{\text{мр}} \cdot n}{9750} = \frac{0,35 \cdot 637}{9750} = 0,02 \text{ кВт};$$

Мощность привода:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,02}{0,75} = 0,027 \text{ кВт};$$

Токарная операция с ЧПУ: Фрезеровать канавку 17

Материал режущего инструмента–Р6М5.

Определяем глубину фрезерования:

$$t = 2 \text{ мм};$$

Определяем подачу на зуб фрезы по таблице 76 [2, стр. 403]:

$$S_z = 0,06 \text{ мм/зуб};$$

Скорость резания определим по формуле (1,11), м/мин:

В----ширина фрезерования; В=20 мм

z----число зубьев фрезы; для концевой фрезы гост 16225-81, z=2

D=2 мм----диаметр фрезы, по гост 16225-81

Принимаем по таблице 82 [2, стр. 411]:

$$T=80 \text{ мин};$$

$$C_V = 46.7; B=20; D=2; q = 0,45; x = 0,5; m = 0,33; y = 0,5; u = 0,1; z=2; p = 0.1$$

определены по таблице 81 [2, стр. 407].

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 0,9;$$

$$V=27 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 27}{\pi \cdot 20} = 430 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Главная составляющая силы резания:

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} K_{MP}$$

Значения коэффициентов: $C_p = 68,2$; $x = 0,86$; $y = 0,72$; $u = 1,0$; $q = 0,86$; $w=0$; определены по таблице 83 [2, стр. 412].

По табл. 9 [2, стр. 362]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,22;$$

Окружная сила:

$$P_z = 4390 \text{ Н};$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 \cdot 1000} = \frac{4390 \cdot 2}{2 \cdot 1000} = 4,39 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60} = \frac{4390 \cdot 27}{1020 \cdot 60} = 1,9 \text{ кВт};$$

Токарная операция с ЧПУ: Сверлить отверстие 18,19,20

Всего есть 3 отверстия ,2 отверстие $D=8\text{мм}$. 1 отверстие $D=2\text{мм}$ и диаметр сверла по гост 10902-77, $d=8\text{мм}$, $d=2\text{мм}$

Материал режущего инструмента—Р6М5.

Глубина резания: $t_{1,2} = 8\text{мм}$; $t_3 = 1\text{ мм}$;

$$t_{1,2} = \frac{D}{2} = 4 \text{ мм}; \quad t_3 = \frac{D}{2} = 1 \text{ мм};$$

Подачу S назначаем по таблице 35 [2, стр. 381]. $s = 0,19 \text{ мм/об}$; Скорость резания определяется по формуле по (1.10):

Принимаем: $T=25 \text{ мин}$ – определены по таблице 40 [2, стр. 384].

$C_v = 7,0$; $m = 0,20$; $q = 0,40$; $y = 0,70$;— определены по таблице 38 [2, стр. 383].

Коэффициент K_v :

$K_T=1,0$ – определены по таблице 2 [2, стр. 359];

$n_v=0,9$ – определены по таблице 2 [2, стр. 359];

$K_{iv}=1,0$ – определены по таблице 6 [2, стр. 361];

$K_{lv}=0,85$ – определены по таблице 41 [2, стр. 385].

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV} = 1,0 \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 0,85;$$

Скорость резания определяем:

$$v_{1,2} = 16 \text{ м/мин}; v_3 = 16 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n_{1,2} = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 16}{\pi \cdot 8} = 637 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

$$n_3 = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 19}{\pi \cdot 2} = 3024 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Определяем крутящий момент:

$$M_{kp} = 10 C_M D^q s^y K_p$$

Значения коэффициентов: $C_M=0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ определены по таблице 42 [1, стр. 385].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{mp}$$

Коэффициенты, по таблицам 9 [2, стр. 362]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{980}{750} \right)^{0,9} = 1,3;$$

$$K_{mp}=1,3,.$$

Составляющие силы резания:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 2^2 \cdot 0,13^{0,8} \cdot 1,3 = 0,35 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Мощность резания:

$$N_{e1.2} = \frac{M_{mp} \cdot n}{9750} = \frac{0,35 \cdot 637}{9750} = 0,02 \text{ кВт};$$

$$N_{e3} = \frac{M_{mp} \cdot n}{9750} = \frac{0,35 \cdot 3024}{9750} = 0,11 \text{ кВт};$$

Мощность привода:

$$N_{пр1.2} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,02}{0,75} = 0,027 \text{ кВт};$$

$$N_{пр3} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,11}{0,75} = 0,15 \text{ кВт};$$

Токарная операция с ЧПУ: Нарезать резьбу 21

Режущий части: P6M5, метчик M3×0,5 по ГОСТ3266-81

Шаг резьба $P \leq 2,5 \text{ мм}$, резьбы происходит по профильной схеме (рис.7,а)
 $p=0,5 \text{ мм}$ по ГОСТ 8724-2002

Глубина резания: $t = 1,5 \text{ мм};$

Диаметр отверстия: $D=3 \text{ мм};$

$$t = \frac{D}{2} = 1,5 \text{ мм};$$

Подачу S назначаем $p=s$. $s = 0,5 \text{ мм/об}$; Скорость резания определяется по формуле при нарезание метрической резьбы (1.11): [2, стр. 432]

Принимаем: $T=90 \text{ мин}$ – определены по таблице 118 [2, стр. 431].

$C_v = 41$; $m = 0,90$; $q = 1,2$; $y = 0,5$; – определены по таблице 118 [2, стр. 431].

Коэффициент K_v по таблице 119 [2, стр. 433]:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{ИV} = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,8;$$

Скорость резания определяем по (1.11):

$$v = 10 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 3}{\pi \cdot 3} = 318 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{kp} = 10 C_M D^q s^y K_p$$

Значения коэффициентов: $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ определены по таблице 42 [2, стр. 385].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{mp}$$

Коэффициенты, по таблицам 9 [1 с.362]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{980}{750} \right)^{0,9} = 1,3;$$

$$K_{mp} = 1,3;$$

Крутящий момент:

$$M_{kp} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 3^2 \cdot 0,13^{0,8} \cdot 1,3 = 0,8 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{mp} \cdot n}{9750} = \frac{0,8 \cdot 318}{9750} = 0,03 \text{ кВт};$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,03}{0,75} = 0,04 \text{ кВт};$$

1.10 Расчет основного времени

Основное время затрачивается на изменение и последующее определение состояния предмета труда. [6, стр. 17]:

$$T_0 = \frac{Li}{S_M} \quad (1.12)$$

Где L – расчётная длина обработки, мм;

i – число рабочих ходов;

S_M – подача инструмента, (мм/мин).

$$S_M = ns \quad (1.13)$$

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/об.

А для фрезы, $S_M = S_z n Z$ [8, стр. 12]

Где n -частота вращения фрезы, Z -число зубьев фрезы, S_z -подача на один зуб фрезы.

Расчётная длина обработки при автоматическом цикле процесса:

$$L = l + l_B + l_{cx} + l_{пд}, \quad (1.14)$$

Где l – размер детали на данном переходе, мм;

l_B – длина врезания инструмента, мм;

l_{cx} – длина схода инструмента, мм;

$l_{пд}$ – длина подвода инструмента, мм.

Принимаем: длину подвода и схода равной 1 мм; $l_{cx} = l_{пд} = 1$ мм.

1, длина врезания инструмента при точение подрезке торцов, отрезки [6, стр. 18]:

$$l_B = \frac{t}{tg\varphi} \quad (1.15)$$

Где t – глубина резания, мм;

φ – угол в плане.

определения основного времени:

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} \quad (1.16)$$

2, длина врезания инструмента при сверление [6, стр. 18]:

$$l_B \approx 0,3d_c$$

Где d_c – диаметр сверло.

определения основного времени:

$$T_o = \frac{(l + 0,3d_c + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} \quad (1.17)$$

3, длина врезания инструмента при цилиндрически концевые фрезы [7, стр. 673]:

$$l'_1 = l_B = \sqrt{t(D - t)} \quad (1.18)$$

Где D – диаметр фрезы в мм.

определения основного времени:

$$T_o = \frac{(l + \sqrt{t(D-t)} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{S_z n Z} \quad (1.19)$$

4, длина врезания инструмента при нарезание резьбовой фрезой метчик:

$$T_o = \frac{l + l_1}{S_M} \cdot i \quad (1.20)$$

Где l_1 -врезание и перебег резца. $l_1=6P$

Заготовительные операций:

$$T_o = \frac{(l + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{S_M} = \frac{(35 + 1 + 1) \cdot 1}{50} = 0.7 \text{ мин.}$$

Операция 01 переход 005- подрезка торца:

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(35 + \frac{2,5}{tg 100^\circ} + 1 + 1) \cdot 1}{89 \cdot 0,8} = 0,5 \text{ мин.}$$

Операция 01 переход 010-обточить поверхность:

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(110 + \frac{2,5}{tg 45^\circ} + 1 + 1) \cdot 1}{884 \cdot 0.8} = 0.16 \text{ мин.}$$

Операция 01 переход 015-подрезать торец:

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(35 + \frac{2,5}{tg 100^\circ} + 1 + 1) \cdot 1}{89 \cdot 0,8} = 0,5 \text{ мин.}$$

Операция 01 переход 020-обточить поверхность:

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(70 + \frac{2}{tg 45^\circ} + 1 + 1) \cdot 5}{1958 \cdot 0,8} = 0,24 \text{ мин.}$$

Операция 01 переход 025-обточить фаску:

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(2 + \frac{2}{tg 45^\circ} + 1 + 1) \cdot 1}{2740 \cdot 0,8} = 0,003 \text{ мин.}$$

Операция 01 переход 030-сверлить отверстие:

$$T_o = \frac{(l + 0,3d_c + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(8 + 0.3 \cdot 2 + 1 + 1) \cdot 1}{3024 \cdot 0,13} = 0.03 \text{ мин;}$$

Операция 01 переход 035-нарезать резьбу:

$$T_0 = \frac{l + l_1}{S_M} \cdot i = \frac{5 + 3}{318 \cdot 0,5} = 0,057 \text{ мин};$$

Операция 01 переход 040-фрезеровать поверхность:

$$T_o = \frac{(l + \sqrt{t(D-t)} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{S_z n Z} = \frac{(11 + \sqrt{2 \cdot (50-2)} + 1 + 1) \cdot 2}{0,06 \cdot 446 \cdot 6} = 0,3 \text{ мин.}$$

Операция 01 переход 045-сверлить отверстие:

$$T_o = \frac{(l + 0,3d_c + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(10 + 0,3 \cdot 6 + 1 + 1) \cdot 1}{1061 \cdot 0,13} = 0,1 \text{ мин};$$

Операция 01 переход 050-фрезеровать поверхность:

$$T_o = \frac{(l + \sqrt{t(D-t)} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{S_z n Z} = \frac{(100 + \sqrt{5 \cdot (50-5)} + 1 + 1) \cdot 2}{0,06 \cdot 207 \cdot 6} = 3,14 \text{ мин.}$$

Операция 01 переход 055-сверлить отверстие:

$$T_o = \frac{(l + 0,3d_c + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(22 + 0,3 \cdot 8 + 1 + 1) \cdot 1}{637 \cdot 0,19} = 0,22 \text{ мин};$$

Операция 02 переход 005-фрезеровать радиус:

$$T_o = \frac{(l + \sqrt{t(D-t)} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{S_z n Z} = \frac{(10 + \sqrt{5 \cdot (10-5)} + 1 + 1) \cdot 1}{0,06 \cdot 525 \cdot 4} = 0,13 \text{ мин}$$

Операция 02 переход 010-точить канавку:

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{tg \varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(76 + \frac{2}{tg 45^\circ} + 1 + 1) \cdot 4}{1305 \cdot 0,08} = 3 \text{ мин}$$

Операция 02 переход 015-сверлить отверстие:

$$T_o = \frac{(l + 0,3d_c + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(20 + 0,3 \cdot 8 + 1 + 1) \cdot 1}{637 \cdot 0,19} = 0,2 \text{ мин};$$

Операция 02 переход 020-фрезеровать канавку:

$$T_o = \frac{(l + \sqrt{t(D-t)} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{S_z n Z} = \frac{(20 + \sqrt{2 \cdot (10-2)} + 1 + 1) \cdot 1}{0,06 \cdot 430 \cdot 2} = 0,5 \text{ мин}$$

Операция 02 переход 025-сверлить отверстие:

$$T_o = \frac{(l + 0,3d_c + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(20 + 0,3 \cdot 8 + 1 + 1) \cdot 2}{637 \cdot 0,19} + \frac{(20 + 0,3 \cdot 2 + 1 + 1) \cdot 1}{3024 \cdot 0,19} = 0.44 \text{ мин};$$

Операция 02 переход 030-нарезать резьбу:

$$T_o = \frac{l + l_1}{S_M} \cdot i = \frac{20 + 3}{318 \cdot 0,5} = 0.14 \text{ мин};$$

1.11 Определение штучно-калькуляционного времени

В серийном производстве определяется норма штучно -калькуляционного времени $T_{шт.к.}$: [5, стр. 101]

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \left(\frac{T_{п.з.}}{n} \right). \quad (1.21)$$

$T_{п.з.}$ - Подготовительно заключительное время

n -количество деталей в настроечной партии, $n = 5000$ шт;

В производстве определяется $T_{шт.}$:

$$T_{шт.} = T_o + T_v + T_{об} + T_{от} \quad (1.22)$$

T_o -основное время, мин;

T_v -вспомогательное время, мин;

$T_{об}$ -время на обслуживание рабочего места, мин;

$T_{от}$ -время перерывов на отдых и личные надобности, мин;

Вспомогательное время определяем по формуле[5, стр. 101];

$$T_v = T_{у.с} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{из} \quad (1.23)$$

Где $T_{у.с.}$ - время на установку и снятие детали, мин;

$T_{з.о}$ - время на закрепление и открепление детали, мин;

$T_{уп.}$ - время на управление станком, мин;

$T_{из.}$ - время на измерение детали, мин;

Оперативное время $T_{оп}$

$$T_{оп.} = T_o + T_v. \quad (1.24)$$

Время перерывов на отдых и личные надобности при нормировании работ $T_{от} = T_{оп} P_{от}/100$.

[5, стр.102], по [5, прил.5,22], $P_{от}=8$.

Приведённые выше формулы для определения:

$$T_{шт.} = T_o + (T_{у.с} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{из.}) \cdot k + T_{от}; \quad (1.25)$$

В серийном производстве для всех операций, кроме шлифовальных,

$$T_{шт.к} = \left(\frac{T_{п.з.}}{n} \right) + T_o + (T_{у.с} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{из.})k + T_{от}; \quad (1.26)$$

$T_{из}$ -здесь не учитывается.

Коэффициент k в среднесерийном производстве=1,85. [5, стр. 101]

Для заготовительной операций:

$$T_o = 0,7 \text{ мин};$$

$$T_v = (T_{у.с} + T_{з.о.} + T_{уп.})k = (0,08[5, \text{прил.5,1}] +$$

$$0,04[5, \text{прил.5,7}] + 0,08[5, \text{прил.5,8}]) \cdot 1,85 = 0,37 \text{ мин}$$

$$T_{оп.} = T_o + T_v. = 0,7 + 0,37 = 1,07 \text{ мин}$$

$$T_{от} = \frac{T_{оп} P_{от}}{100} = \frac{1,07 \cdot 8}{100} = 0,086$$

$$T_{п,з} = 8 \text{ мин}$$

$$T_{шт.} = T_o + (T_{у.с} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{из.}) \cdot k + T_{от};$$

$$= 0,7 + 0,37 + 0,086 = 1,156 \text{ мин};$$

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \left(\frac{T_{п.з.}}{n} \right).$$

$$= 1,156 + \left(\frac{8}{5000} \right)$$

$$\approx 1,156 \text{ мин};$$

Для первой (от операции 01,005, установ А, до 01,установ А,010):

$$T_o = 0,5 + 0,16 = 0,66 \text{ мин};$$

$$T_b = (T_{y.c} + T_{з.о.} + T_{yп.})k = (0,06 [5, \text{ прил.5,1}] + 0,03 [5, \text{ прил.5,7}] + 0,08 [5, \text{ прил.5,8}]) \cdot 1,85 = 0,31 \text{ мин}$$

$$T_{оп.} = T_o + T_b = 0,66 + 0,31 = 0,97 \text{ мин}$$

$$T_{от} = \frac{T_{оп} \Pi_{от}}{100} = \frac{0,97 \cdot 8}{100} = 0,078$$

$$T_{п,з} = 8 \text{ мин}$$

$$T_{шт.} = T_o + (T_{y.c} + T_{з.о.} + T_{yп.} + T_{из}) \cdot k + T_{от};$$
$$= 0,66 + 0,31 + 0,078 = 1,048 \text{ мин};$$

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \left(\frac{T_{п.з.}}{n} \right).$$

$$= 1,048 + \left(\frac{8}{5000} \right)$$

$$\approx 1,05 \text{ мин};$$

Для второй (от операции 01,015 установ Б до 01,установ Б,045):

$$T_o = 0,5 + 0,24 + 0,003 + 0,03 + 0,057 + 0,3 + 0,1 = 1,5 \text{ мин};$$

$$T_b = (T_{y.c} + T_{з.о.} + T_{yп.})k = (0,17 [5, \text{ прил.5,1}] + 0,076 [5, \text{ прил.5,7}] + 0,08 [5, \text{ прил.5,8}]) \cdot 1,85 = 0,6 \text{ мин}$$

$$T_{оп.} = T_o + T_b = 1,5 + 0,6 = 2,1 \text{ мин}$$

$$T_{от} = \frac{T_{оп} \Pi_{от}}{100} = \frac{2,1 \cdot 8}{100} = 0,168$$

$$T_{п,з} = 12 \text{ мин}$$

$$T_{шт.} = T_o + (T_{y.c} + T_{з.о.} + T_{yп.} + T_{из}) \cdot k + T_{от};$$
$$= 1,5 + 0,6 + 0,168 = 2,268 \text{ мин};$$

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \left(\frac{T_{п.з.}}{n} \right).$$

$$= 2,268 + \left(\frac{12}{5000} \right)$$

$$\approx 2,27 \text{ мин};$$

Для третий (от операции 01,050 установ В до 01,установ В,055):

$$T_o = 3,14 + 0,22 = 3,36 \text{ мин};$$

$$T_B = (T_{y.c} + T_{з.о.} + T_{yп.})k = (0,24[5, \text{ прил.5,1}] + 0,058[5, \text{ прил.5,7}] + 0,08[5, \text{ прил.5,8}]) \cdot 1,85 = 0,7 \text{ мин}$$

$$T_{оп.} = T_o + T_B = 3,36 + 0,7 = 4,06 \text{ мин}$$

$$T_{от} = \frac{T_{оп} \Pi_{от}}{100} = \frac{4,06 \cdot 8}{100} = 0,325$$

$$T_{п,з} = 12 \text{ мин}$$

$$T_{шт.} = T_o + (T_{y.c} + T_{з.о.} + T_{yп.} + T_{из}) \cdot k + T_{от};$$

$$= 3,36 + 0,7 + 0,325 = 4,385 \text{ мин};$$

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \left(\frac{T_{п.з.}}{n} \right).$$

$$= 4,385 + \left(\frac{12}{5000} \right)$$

$$\approx 4,39 \text{ мин};$$

Для четвертый (от операции 02,005 установ Г до 02,установ Г,030):

$$T_o = 0,13 + 3 + 0,2 + 0,5 + 0,44 + 0,14 = 4,41 \text{ мин};$$

$$T_B = (T_{y.c} + T_{з.о.} + T_{yп.})k = (0,08[5, \text{ прил.5,1}] + 0,06[5, \text{ прил.5,7}] + 0,06[5, \text{ прил.5,8}]) \cdot 1,85 = 0,364 \text{ мин}$$

$$T_{оп.} = T_o + T_B = 4,41 + 0,364 = 4,774 \text{ мин}$$

$$T_{от} = \frac{T_{оп} \Pi_{от}}{100} = \frac{4,774 \cdot 8}{100} = 0,382$$

$$T_{п,з} = 10 \text{ мин}$$

$$T_{шт.} = T_o + (T_{y.c} + T_{з.о.} + T_{yп.} + T_{из}) \cdot k + T_{от};$$

$$= 4,41 + 0,364 + 0,382 = 5,156 \text{ мин};$$

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \left(\frac{T_{п.з.}}{n} \right).$$

$$= 5,156 + \left(\frac{10}{5000} \right)$$

$$\approx 5,16 \text{ мин};$$

2. Конструкторская часть

Для выполнения работы, используется такой приспособление как трёхкулачковый патрон с пневматическим приводом.

2.1 Принцип работы приспособления

Тип приспособления во многом определяется наименованием и содержанием конкретной определенной операции. Так для обработки детали конкретно выбирать проектирование токарного приспособления, трёхкулачковый клиновой токарный патрон.

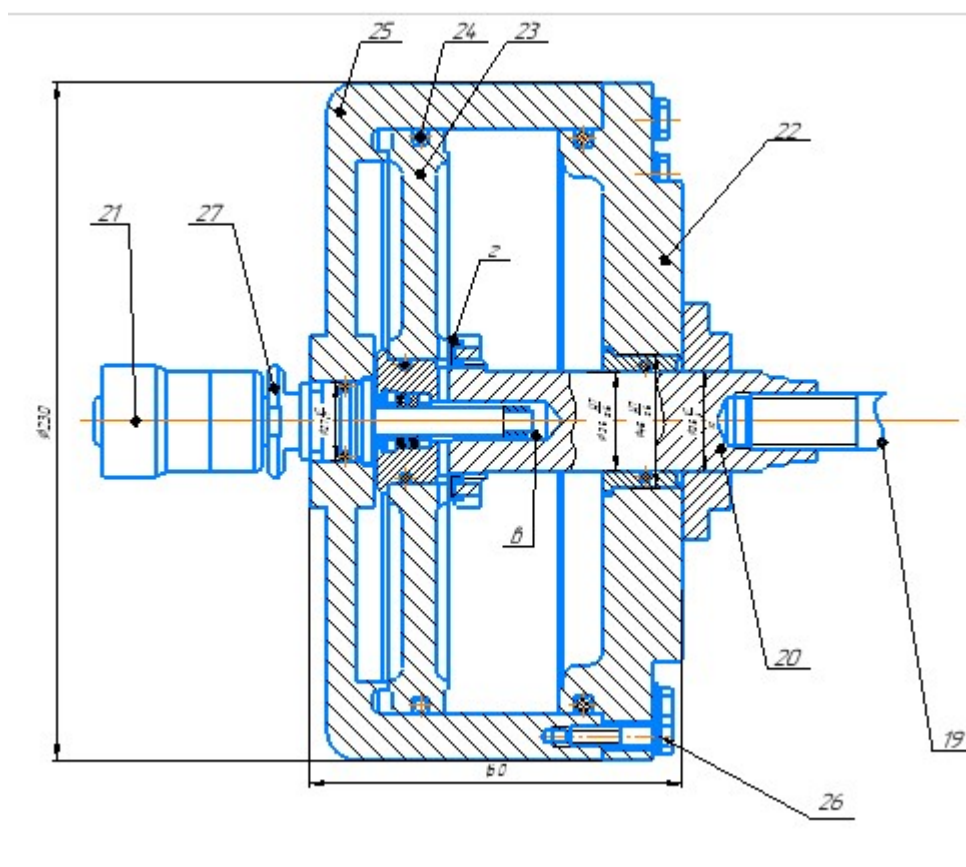


Рисунок 2.1 Вращающийся пневмоцилиндр

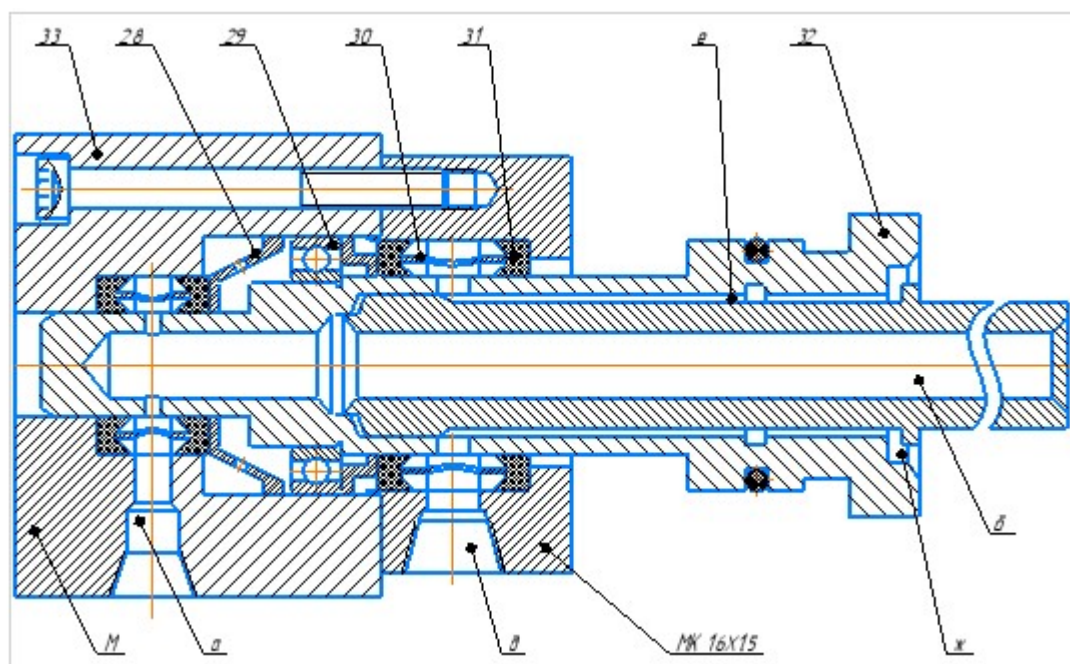


Рисунок 2.2 Воздухоподводящая муфта

В резьбовые конические отверстия МК16×1.5 закручиваются штуцеры для присоединения резиноканевых шлангов, проводящих сжатый воздух.

Воздух, подводимый к левому отверстию муфты, проходит по каналам а, б, в, г и поступает в правую полость пневмоцилиндра, перемещая поршень 23 со штоком 20 влево. При этом заготовка патроне будет зажиматься.

Воздух, подаваемый к правому отверстию муфты, проходит по каналам д, е, ж, и поступает в левую полость пневмоцилиндра, перемещая поршень со штоком в право (заготовка в патроне разжимается).

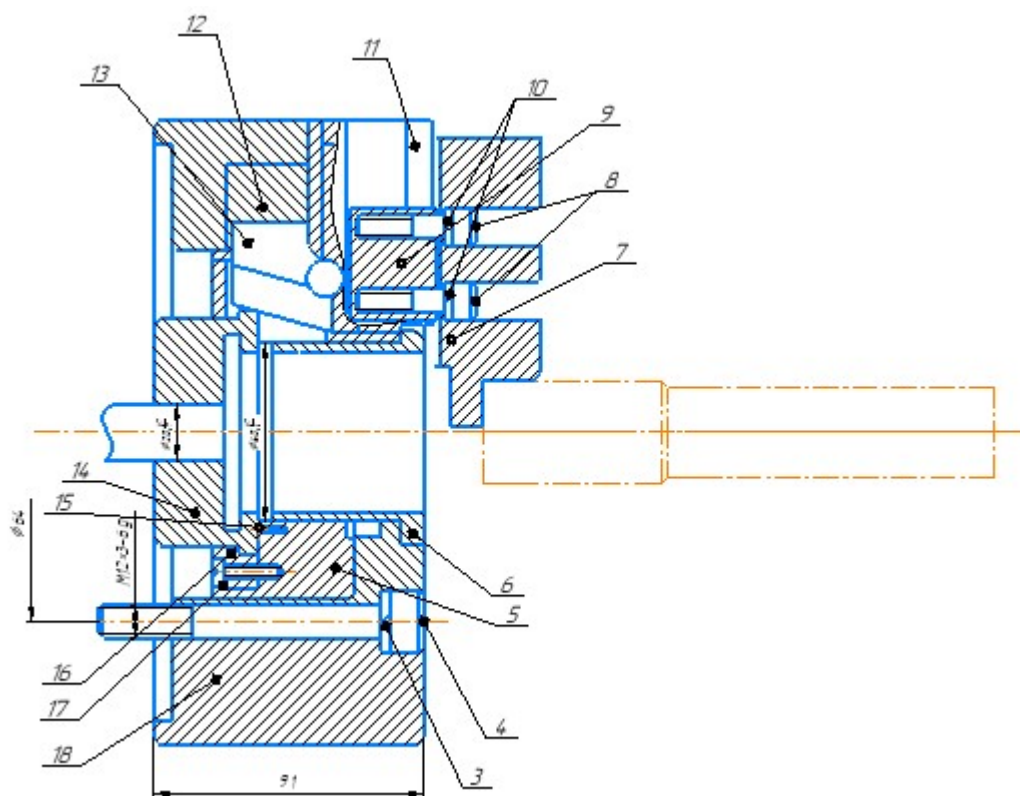


Рисунок 2.3 - Эскиз патрона

Заготовка зажимается в патроне через пневмоцилиндра движется при перемещении автоматический тяга 14 движется влево, движение передается на головку 5, которая смещает выступы ползунов 20 по пазам к оси патрона. Сменные кулачки 7 также перемещаются к центру патрона и зажимают обрабатываемую заготовку.

Открепление заготовки происходит при движении штока привода вправо, который через тягу перемещает вправо и головку 5. Выступы ползунов 20 смещаются по наклонным пазам головки 5 в направлении от оси патрона, сменные кулачки расходятся и заготовка открепляется.

2.2 Определить силу зажима W при трёхкулачковом патроном механизме

Сила зажима патрона определяется по формуле [7, стр. 46]:

$$W = T \frac{\left(1 - 3 \frac{l}{H} f\right) K}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi)}, \text{ кН} \quad (2.1)$$

Где α - угол клина механизма; выбирается равным 15° .

φ - угол трения на наклонной поверхности; выбирается равным 30° .

T - сила привода в кН; использовать T=10 кН.

l - расстояние от точки приложения силы к губке до середины направляющего паза в корпусе в мм;

H - длина направляющей части ползуна, которая находится в соприкосновении с корпусом в мм;

f - коэффициент трения ползуна и корпуса патрона;

K - коэффициент, учитывающий потери на трение в механизмы патрона (K= 0,8-0,9).

При $\frac{l}{H} = 1, f=0.1$, и K=0,9

$$W = T \frac{\left(1 - 3 \frac{l}{H} f\right) K}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi)} = 10 \frac{(1 - 3 \cdot 1 \cdot 0,1) \cdot 0,9}{\operatorname{tg}(15 + 30)} = 6300 \text{ Н}$$

2.3 Расчет силы зажима

1. Определить тангенциальную и осевую силы резания при черновой токарной обработке, например, для второй переход, обточить поверхность 2:

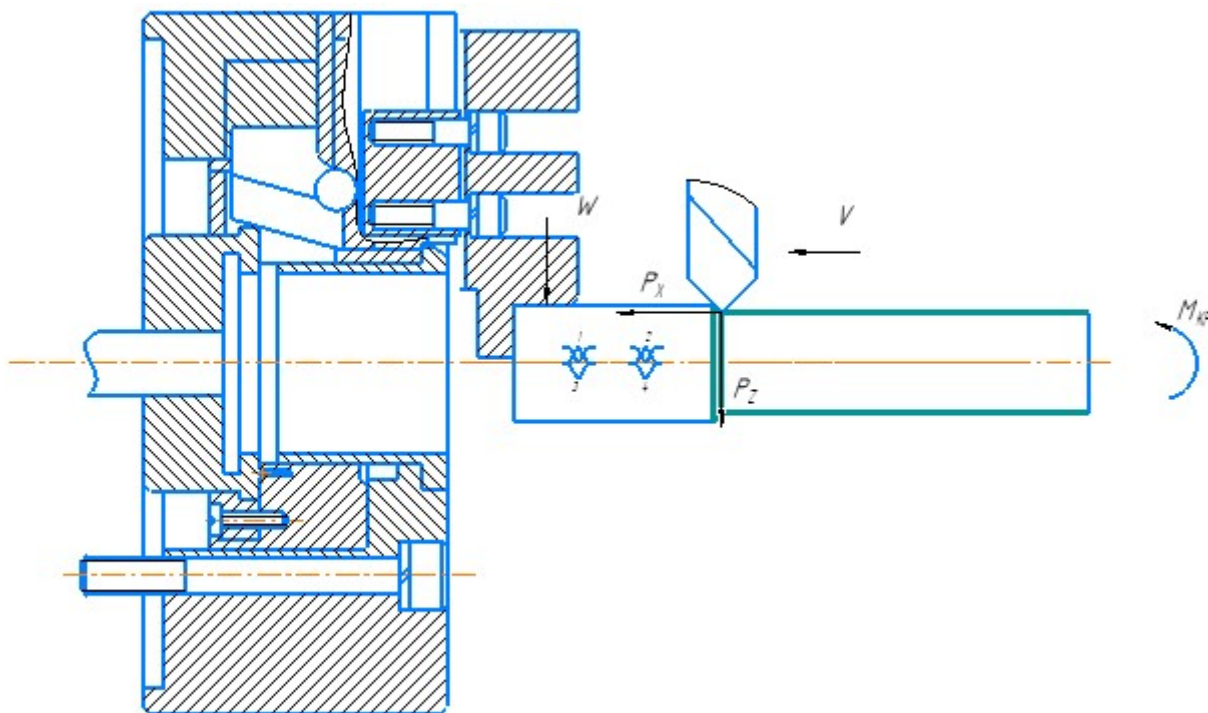


Рисунок 2.4 Эскиз обработка

в общем виде:

$$P_{z,y,x} = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad [2, \text{стр. 371}];$$

тангенциальная сила резания:

$$P_z = 10 C_{Pz} t^{x_z} s^{y_z} v^{n_z} K_p$$

осевая сила резания:

$$P_x = 10 C_{Px} t^{x_x} s^{y_x} v^{n_x} K_p$$

t - глубина резания; S - подача; v - скорость резания; x, y, n - показатели степени.,

2. для тангенциальная сила резания:

Значения коэффициентов: $C_{Pz} = 300$; $n_z = -0,15$; $x_z = 1,0$; $y_z = 0,75$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{\lambda p} K_{rp}$$

Главная составляющая силы резания, формула:

$$P_z = 10 C_{pz} t^{x_z} s^{y_z} v^{n_z} K_p$$

$$= 10 \times 300 \times 2,5^{1,0} \times 0,8^{0,75} \times 83,3^{-0,15} \times 1,1 = 3595 \text{ Н}$$

3. для осевая сила резания:

Значения коэффициентов: $C_{px} = 339$; $n_x = -0,4$; $x_x = 1,0$; $y_x = 0,5$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$$

K_{mp} - определяется по формуле [2, стр. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n$$

Где $\sigma_B = 980 \text{ МПа}$ - фактический параметр

$n = 0,75$ - определены по табл. 9 [2, стр. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,22$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [2, стр. 374]:

$$K_{fp} = 1,0; K_{\gamma p} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 0,87.$$

Главная составляющая силы резания, формула:

$$P_x = 10 C_{px} t^{x_x} s^{y_x} v^{n_x} K_p$$

$$= 10 \times 339 \times 2,5^{1,0} \times 0,8^{0,8} \times 83,3^{-0,3} \times 1,1 = 2070 \text{ Н}$$

2.4 Определить необходимую силу крепления заготовки всеми кулачками

$$P_z = \sqrt{P_{zx}^2 + P_{zy}^2} \quad (2.2)$$

где P_{zx} - необходимая сила крепления заготовки при P_x ; P_{zy} - необходимая сила крепления заготовки при P_y .

$$P_{zx} = \frac{P_x \cdot K}{f} \quad (2.3) \quad P_{zy} = \frac{K \cdot P_z \cdot L}{0,75 \cdot d \cdot f} \quad (2.4)$$

Рисунок 2.6 Распределение сил закрепления в патроне: L – длина выступающей части заготовки от торца кулачков, d - диаметра патрона. значения коэффициента трения скольжения $f = 0,9$.

Значение коэффициента надежности K следует выбирать

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6$$

Величина K может колебаться в пределах $1,5 \dots 8,0$. Если $K < 2,5$, то при расчете принять равной $K = 2,5$ (согласно ГОСТ 12.2.029-77).

Поэтом:

$$P_{3x} = \frac{P_x \cdot K}{f} = \frac{2070 \cdot 2,5}{0,9} = 5750 \text{ Н} \quad (2.5)$$

$$P_{3y} = \frac{K \cdot P_z \cdot L}{0,75 \cdot d \cdot f} = \frac{2,5 \cdot 3595 \cdot 150}{0,75 \cdot 200 \cdot 0,9} = 9510 \text{ Н}$$

$$P_3 = \sqrt{P_{3x}^2 + P_{3y}^2} = \sqrt{5750^2 + 9510^2} = 11113 \text{ Н}$$

Сила зажима одним кулачком:

$$P_{31} = \frac{P_3}{Z} = \frac{11113}{3} = 3704 \text{ Н}$$

где Z – число кулачков.

Поэтому $P_{31} = 3704 \text{ Н} < W = 6300$

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
154A61	Хэ Лин

Школа	ИШНПТ	Отделение Школа	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих.	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов.	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений.	Отчисления во внебюджетные фонды 30 %.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ конкурентных технических решений (НИ).	1) Расчет конкурентоспособности 2) SWOT-анализ
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ).	Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования
3. Составление бюджета инженерного проекта (НИ).	Расчет бюджетной стоимости НИ
4. Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ).	1). Интегральный финансовый показатель. 2). Интегральный показатель ресурсоэффективности. 3). Интегральный показатель эффективности.

Перечень графического материала(с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности ИР
2. Матрица SWOT
3. Диаграмма Ганта
4. Бюджет НИ
5. Основные показатели эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	13.12.2019 г.
--	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Кащук Ирина Вадимовна	к.т.н доцент		13.12.2019 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154А61	Хэ Лин		13.12.2019 г.

3. Экономическая часть

Введение

Основная цель данного раздела – оценить перспективность развития и планировать финансовую и коммерческую ценность конечного продукта, представленного в рамках исследовательской программы.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- Оценка коммерческого потенциала разработки.
- Планирование научно-исследовательской работы;
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

С целью работы: целью данной работы является разработка технологического процесса изготовления корпуса оправки для алмазного выглаживания отверстий

3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

3.1.1 Анализ конкурентных технических решений

В ходе исследования были рассмотрены две конкурирующие разработки о покрытиях различного состава:

- 1) По какому форме алмаз лучше для исследования сила направление
- 2) По какому размеру алмаз для исследования сила направление

Детальный анализ необходим, т.к. каждый тип покрытия имеет свои достоинства и недостатки. В таблице 3.1.1 показано сравнение разработок-конкурентов и разработки данного НИ с точки зрения технических и

экономических критериев оценки эффективности.

Таблица 3.1.1 – Сравнение конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Актуальность исследования	0,1	5	3	4	0,5	0,3	0,4
2. Трещиностойкость	0,15	5	2	3	0,7	0,28	0,42
3. Ударопрочность	0,22	4	3	4	0,8	0,54	0,54
4. Стабильность соединения с подложкой	0,14	4	5	3	0,56	0,56	0,42
5. Простота изготовления	0,12	4	5	4	0,2	0,25	0,2
6. Эффективность работы	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
7. Безопасность	0,09	4	4	4	0,32	0,32	0,32
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена сырья	0,12	4	5	3	0,48	0,6	0,36
2. Предполагаемый срок эксплуатации	0,06	4	3	4	0,24	0,18	0,24
3. Финансирование научной разработки конкурентных товаров и разработок	0,08	5	4	4	0,4	0,32	0,32
Итого	1	44	38	36	4,32	3,6	3,47

Расчет конкурентоспособности, на примере стабильности срабатывания, определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i \quad (3.1)$$

Где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Проведенный анализ конкурентных технических решений показал, что исследование является наиболее актуальным и перспективным, имеет конкурентоспособность.

3.1.2 SWOT-анализ

Для исследования внешней и внутренней среды проекта, в этой работе проведен SWOT-анализ с детальной оценкой сильных и слабых сторон исследовательского проекта, а также его возможностей и угроз.

Первый этап, составляется матрица SWOT, приведены в таблице 3.1.2.

Таблица 3.1.2 – Матрица SWOT-анализа

Сильные стороны	Слабые стороны
С1. Низкая цена исходного сырья.	Сл1. Отсутствие ссылок и материалов для соответствующих научных исследований.
С2. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции.	Сл2. Долгое время подготовки образца, используемого при проведении научного исследования.
С3. Более свежая информация, которая была использована для разработки проекта.	Сл3. Высокие требования к экспериментальному оборудованию.
С4. Экологичность технологии.	Сл4. Эксперименты имеют большие погрешности и неопределенности.
С5. Квалифицированный персонал.	Сл5. Вероятность получения брака.
Возможности	Угрозы
В1. Использование оборудования ИНШПТ ТПУ и ИФПМ СО РАН.	У1. Снижение стоимости разработок конкурентов.
В2. Появление потенциального спроса на новые разработки.	У2. Появление зарубежных аналогов и более ранний их выход на рынок.
В3. Внедрение технологии в аэрокосмической области.	
В4. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж.	

Соотношения параметров представлены в таблицах 3.1.3–3.1.6.

Таблица 3.1.3 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	В1	-	-	-	-	-
	В2	-	+	+	-	-
	В3	-	+	-	+	-
	В4	+	+	-	-	-

Таблица 3.1.4 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и

слабые стороны»

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	-	-	+	+	+
	B2	-	-	-	-	-
	B3	-	-	-	-	-
	B4	-	-	-	-	-

Таблица 3.1.5 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	+	-	-	-
	У2	-	+	-	-	-

Таблица 3.1.6 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	-	-	-	+	+
	У2	-	-	-	-	-

Результаты анализа представлены в итоговую таблицу 3.1.7.

Таблица 3.1.7 – Итоговая таблица SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта	Слабые стороны научно-исследовательского проекта
	<p>С1. Низкая цена исходного сырья.</p> <p>С2. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции.</p> <p>С3. Более свежая информация, которая была использована для разработки проекта.</p> <p>С4. Экологичность технологии</p> <p>С5. Квалифицированный персонал.</p>	<p>Сл1. Отсутствие ссылок и материалов для соответствующих научных исследований.</p> <p>Сл2. Долгое время подготовки образца, используемого при проведении научного исследования.</p> <p>Сл3. Высокие требования к</p>

		экспериментальному оборудованию. Сл4. Эксперименты имеют большие погрешности и неопределенности. Сл5. Вероятность получения брака.
Возможности В1. Использование оборудования ИНШПТ ТПУ и ИФПМ СО РАН. В2. Появление потенциального спроса на новые разработки. В3. Внедрение технологии в аэрокосмической области В4. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж.	Направления развития В2С2С3. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции позволяет расширить спрос, использование новейшей информации и технологий соответствует потенциальному спросу на новые разработки. В3С2С4. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции и экологичность технологии являются хорошим основанием для внедрения технологии в аэрокосмической области. В4С1С2. Низкая цена исходного сырья и высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции являются основой для экспорта за рубеж и выхода на мировой рынок.	Сдерживающие факторы В1Сл3Сл4Сл5. Использование новейшего оборудования для удовлетворения требований исследований, также может уменьшить экспериментальную ошибку и предотвратить появление брака.
Угрозы У1. Снижение стоимости разработок конкурентов. У2. Появление зарубежных аналогов и более ранний их выход на рынок.	Угрозы развития У1С2. Несмотря на снижение стоимости разработок конкурентов, наши продукты имеют лучшие механические свойства, больше перспектив развития. У2С2. Наши продукты обладают лучшими механическими свойствами, являются более привлекательными мировом рынке.	Уязвимости: У1Сл4Сл5. Введение систем совершенствования производственных процессов для снижения погрешности и неопределенности.

В результате SWOT-анализа показано, что на преимущества разрабатываемой технологии преобладают над ее недостатками. Данные

недостатки, которые на данный момент на практике не устранены, но в теории уже есть возможности для их устранения. Результаты анализа учтены в дальнейшей научно-исследовательской разработке.

3.2 Планирование научно-исследовательских работ

3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса научно-исследовательских работ осуществляется в порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение количества исполнителей для каждой из работ;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для оптимизации работ удобно использовать классический метод линейного планирования и управления.

Таблица 3.2.1 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

Основные этапы	№ раб	Содержание работ		Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика		Научный руководитель
	2	Календарное планирование выполнения ВКР		Инженер Научный руководитель
Выбор способа решения поставленной задачи	3	Обзор научной литературы		Инженер
	4	Выбор методов исследования		Инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Планирование эксперимента		Инженер Научный руководитель
	6	Подготовка образцов для эксперимента		Инженер
	7	Проведение эксперимента		Инженер

Обобщение и оценка результатов	8	Обработка полученных данных		Инженер
	9	Оценка правильности полученных результатов		Инженер Научный руководитель
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	10	Составление пояснительной записки		Инженер

3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

При проведении научных исследований основную часть стоимости разработки составляют трудовые затраты, поэтому определение трудоемкости проводимых работ является важным этапом составления сметы.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости использована следующая формула:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{min\ i} + 2t_{max\ i}}{5}, \quad (3.2)$$

где $t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, человеко-дни;

$t_{min\ i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни;

$t_{max\ i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни.

$$T_{pi} = \frac{t_{ож\ i}}{Ч_i}, \quad (3.3)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, рабочие дни;

$t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Для перевода длительности каждого этапа из рабочих в календарные дни, необходимо воспользоваться формулой:

$$T_{ki.инж} = T_{pi} \times K_{kal} \quad (3.4)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

K_{kal} – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$K_{kal.инж.} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 104 - 1} = 1,48 \quad (3.5)$$

Расчеты временных показателей проведения научного исследования обобщены в таблице 3.2.2.

Таблица 3.2.2 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ожг}$, чел-дни			
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	2	-	4	-	2,8	-	2,8	4
2. Календарное планирование выполнения ВКР	1	3	3	4	1,8	3,4	2,6	4
3. Обзор научной литературы	-	6	-	10	-	7,6	7,6	11
4. Выбор методов исследования	-	3	-	5	-	3,8	3,8	6
5. Планирование эксперимента	2	6	4	8	2,8	6,8	4,8	7
6. Подготовка образцов для эксперимента	-	5	-	7	-	5,8	5,8	9

7. Проведение эксперимента	-	15	-	20	-	17	17	25
8. Обработка полученных данных	-	10	-	15	-	12	12	18
9. Оценка правильности полученных результатов	2	3	4	5	2,8	3,8	3,3	5
10. Составление пояснительной записки		8		10	-	8,8	8,8	13
Итого:	7	59	15	84	10,2	69	68,5	102

Примечание: Исп. 1 – Научный руководитель, Исп. 2 –Инженер.

На основе таблицы составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта (таблица 3.2.2).

Таблица 3.2.3 – Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исп.	T_{ki} , кал. дн.	Продолжительность работ											
				февр			март			апр			май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Исп1	4												
2	Календарное планирование выполнения ВКР	Исп1 Исп2	4												
3	Обзор научной литературы	Исп2	11												
4	Выбор методов исследования	Исп2	6												
5	Планирование эксперимента	Исп1 Исп2	7												
6	Подготовка образцов для эксперимента	Исп2	9												
7	Проведение эксперимента	Исп2	25												
8	Обработка полученных данных	Исп2	18												
9	Оценка правильности	Исп1	5												

№	Вид работ	Исп.	T_{ki} кал. дн.	Продолжительность работ											
				февр			март			апр			май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	полученных результатов	Исп2													
10	Составление пояснительной записки	Исп2	13												

Примечание:



– Исп. 1 (научный руководитель),



– Исп. 2 (инженер)

3.3 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета научно-технического исследования учитывались все виды расходов, связанных с его выполнением. В этой работе использовать следующую группировку затрат по следующим статьям:

- материальные затраты научно-исследовательской работы (НИР);
- затраты на специальное оборудование для экспериментальных работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы НИР.

3.4 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Материальные затраты — это затраты организации на приобретение сырья и материалов для создания готовой продукции.

Таблица 3.4 материальные затраты

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Количество, ед.	Сумма, руб.
Комплекс канцелярских принадлежностей	340	5	1700

Картридж для лазерного принтера	3 490	1	3490
Итого:			5190

3.5 Расчет амортизации специального оборудования

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации: рассчитывается по формуле:

$$H_A = \frac{1}{n} \quad (3.7)$$

где n – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация оборудования рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{H_A \times И}{12} \times m \quad (3.8)$$

где $И$ – итоговая сумма, тыс. руб.; m – время использования, мес.

m – время использования, мес.

Рассчитаем норму амортизации для ноутбука, с учётом того, что срок полезного использования составляет 3 года:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{3} = 0,33. \quad (3.9)$$

Общую сумму амортизационных отчислений находим следующим образом:

$$A = \frac{H_A \cdot И}{12} \cdot m = \frac{0,33 \cdot 30000}{12} \cdot 3 = 2475 \text{ руб.} \quad (3.10)$$

Таблица 3.5 – Затраты на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Срок полезного использования, лет	Цены единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс.руб.	МВ.ИЗ. мес.	H_A %	$A_{\text{АМО.}}$.руб.
1	ПЭВМ	1	3	50	50	0,6	33	4167
3	КСЕРОКС	1	7	32	32	0,7	14	1143
Итого								5310

Стоимость приобретенного специализированного оборудования составила

118245 руб.

3.6 Основная заработная плата исполнителей темы

В данном разделе рассчитывается заработная плата инженера и руководителя, помимо этого необходимо рассчитать расходы по заработной плате, определяемые трудоемкостью проекта и действующей системой оклада.

Основная заработная плата $Z_{\text{осн}}$ одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p, \quad (3.11)$$

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \times M}{F_d} = \frac{51000 \times 10,3}{246} = 2135,4 \text{ руб.} \quad (3.12)$$

– при отпуске в 28 раб. дня – $M = 11,2$ месяца, 5-дневная рабочая неделя;

– при отпуске в 56 раб. дней – $M = 10,3$ месяца, 6-дневная рабочая неделя.

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \times M}{F_d} = \frac{32000 \times 11,2}{213} = 1682,6 \text{ руб.} \quad (3.13)$$

Должностной оклад работника за месяц:

– для руководителя:

$$Z_m = Z_{\text{мс}} \times (1 + K_{\text{пр}} + K_d) \times K_p = 26000 \times (1 + 0,3 + 0,2) \times 1,3 = 50700 \text{ руб.}$$

– для инженера:

$$Z_m = Z_{\text{мс}} \times (1 + K_{\text{пр}} + K_d) \times K_p = 17500 \times (1 + 0,3 + 0,2) \times 1,3 = 34125 \text{ руб.}$$

Таблица 3.6 – Баланс рабочего времени исполнителей

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365

Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	52/14	104/14
Потери рабочего времени - отпуск	48/5	24/10
Действительный годовой фонд рабочего времени	246	213

Таблица 3.6.1 – Расчет основной заработной платы исполнителей

Исполнители НИ	З _{мс} ·руб.	k _{пр}	k _д	k _р	З _м ·руб	З _{дн} ·руб	T _р ·раб. дн.	З _{осн} ·руб
Руководитель	26000	0,3	0,2	1,3	50700	2135,4	13,5	28827,9
Инженер	17500	0,3	0,2	1,3	34125	1682,6	68,5	115258,1
Итого:								144086

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

– для руководителя:

$$З_{\text{доп}} = K_{\text{доп}} \times З_{\text{осн}} = 0,15 \times 28827,9 = 4324,2 \text{ руб}$$

– для инженера:

$$З_{\text{доп}} = K_{\text{доп}} \times З_{\text{осн}} = 0,15 \times 115258,1 = 17288,7 \text{ руб}$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,15).

3.7 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

– для руководителя:

$$З_{\text{внеб}} = K_{\text{внеб}} \times (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) = 0,3 \times (28827,9 + 4324,2) = 9945,6 \text{ руб}$$

– для инженера:

$$З_{\text{внеб}} = K_{\text{внеб}} \times (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) = 0,3 \times (115258,1 + 17288,7) = 39764,04 \text{ руб}$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2020 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ).

3.8 Накладные расходы

Накладные расходы включают в себя следующие расходы: печать ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи и т.д. Сумма 5 статьи затрат, рассчитанных выше, приведена в таблице ниже и используются для расчета накладных расходов.

Величина накладных расходов определяется по формуле (4.16):

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей} 1 \div 5) \cdot k_{\text{пр}},$$

Величина накладных расходов определяется по формуле

Таблица 3.8.1 – Группировка затрат по статьям

№	Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
		Текущий Проект	Исп.2	Исп.3	
1	Материальные затраты НИР	5621	4230	12000	Пункт 3.8.1
2	Затраты на специальное оборудование	107283	123738	142560	Пункт 3.8.2
3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	156300	156300	156300	Пункт 3.8.3
4	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	22448,1	22448,1	22448,1	Пункт 3.8.4
5	Отчисления во внебюджетные фонды	48528,4	48528,4	48528,4	Пункт 3.8.5
6	Накладные расходы	53118,1	63118,1	63118,1	Пункт 3.8.6

Бюджет затрат НИР	393298,6	369834,2	444954,6	Сумма ст. 1- 6
-------------------	----------	----------	----------	----------------

3.9 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получен в процессе оценки бюджета затрат трех вариантов исполнения научного исследования.

В качестве аналогов данной НИР рассмотрены:

- 1) Просветляющие покрытия на основе CVD алмаза для германиевой ИК-оптики;
- 2) Композиционные материалы на основе ZrC-BN, структура и свойства.

Интегральный финансовый показатель разработки рассчитывается как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{ri}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (3.14)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{ri} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения.

$\Phi_{\text{текущ.проект}} = 393298,6$ руб; $\Phi_{\text{исп.2}} = 369834,2$ руб; $\Phi_{\text{исп.3}} = 444954,6$ руб.

$$I_{\text{финр}}^{\text{тех.пр.}} = \frac{\Phi_{\text{тех.пр.}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{393298,6}{444954,6} = 0,88$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{\Phi_{\text{исп.2}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{369834,2}{444954,6} = 0,83$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.3}} = \frac{\Phi_{\text{исп.3}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{444954,6}{444954,6} = 1$$

В результате расчета консолидированных финансовых показателей по трем вариантам разработки вариант 1 (текущий проект) с меньшим перевесом признан считается более приемлемым с точки зрения финансовой эффективности.

Таблица 3.9 – Сравнительная оценка характеристик вариантов НИР.

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1. Безопасность при использовании установки	0,15	4	4	4
2. Стабильность работы	0,2	4	4	5
3. Технические характеристики	0,2	5	3	4
4. Механические свойства	0,3	5	4	3
5. Материалоёмкость	0,15	5	4	5
ИТОГО	1	4,65	3,8	4,05

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I_{pi} = \sum_{i=1}^5 K_{\text{вес.}} \times T_{\text{пр/ис.}}$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки вычисляется на основании показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{исп.}i} = \frac{I_{\text{р-исп.}i}}{I_{\text{исп.}i}^{\text{финр}}} \quad (3.15)$$

$$I_{\text{исп.1}} = \frac{4,65}{0,88} = 5,3 \quad I_{\text{исп.1}} = \frac{3,8}{0,83} = 4,6 \quad I_{\text{исп.1}} = \frac{4,05}{1} = 4,05$$

Далее интегральные показатели эффективности каждого варианта НИР сравнивались с интегральными показателями эффективности других вариантов с целью определения сравнительной эффективности проекта (таблица 3.9.1).

Таблица 3.9.1 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,88	0,83	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,65	3,8	4,05
3	Интегральный показатель эффективности	5,3	4,6	4,05
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,87	0,76

Сравнение среднего интегрального показателя сопоставляемых вариантов позволило сделать вывод о том, что наиболее финансово- и ресурсоэффективным является вариант 1 (текущий проект).

Выводы по разделу

В результате выполнения целей раздела можно сделать следующие выводы:

1. Результатом анализа конкурентных технических решений является выбор одного из вариантов реализации НИР как наиболее подходящего и оптимального по сравнению с другими.

2. В ходе планирования для руководителя и инженера был разработан график реализации этапа работ, который позволяет оценивать и планировать рабочее время исполнителей. Определено следующее: общее количество дней для выполнения работ составляет 102 дней; общее количество дней, в течение которых работал инженер, составляет 98 дней; общее количество дней, в течение которых работал руководитель, составляет 20 дней;

3. Для оценки затрат на реализацию проекта разработан проектный бюджет, который составляет 378708,6 руб;

4. Результат оценки эффективности ИР показывает следующие выводы:

1) значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,87, что является показателем того, что ИР является финансово выгодной по сравнению с аналогами;

2) значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,65, по сравнению с 3,8 и 4,05;

3) значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 5,3, по сравнению с 4,2 и 4,05, и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
154A61	Хэ Лин

Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	Материаловедения
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является вентилятор Область применения: Охлаждения двигателя в период работа.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> – Основные проводимые правовые и организационные мероприятия по обеспечению безопасности трудящихся на рабочем месте согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, ФЗ – 197.
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Анализ выявленных вредных факторов: <ul style="list-style-type: none"> – недостаточная освещенность рабочей зоны; – отклонение параметров микроклимата в помещении; – повышенный уровень шума/вибрация; – вредные вещества; Психофизические факторы: <ul style="list-style-type: none"> – повышенная нагрузка на органы зрения – длительные статические нагрузки; <ul style="list-style-type: none"> – монотонность труда; – нервно-эмоциональное напряжение. Анализ выявленных опасных производственных факторов рабочей среды, влияющих на организм человека при работе с

	<p>программным обеспечением в рабочем помещении, а именно:</p> <ul style="list-style-type: none"> – опасность поражения электрическим током, – опасность поражения статическим электричеством, – короткое замыкание. – Работа механизмов; – Запыленность; – СИЗы;
3. Экологическая безопасность:	– Утилизация используемой орг.техники, макулатуры и люминесцентных ламп.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p>Чрезвычайная ситуация техногенного характера для места– пожар.</p> <p>Установка общих правил поведения и рекомендаций во время пожара, план</p> <p>– эвакуации, огнетушитель.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	13.12.2019 г.
---	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Сечин А.И.	д. т. н.		13.12.2019 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A61	Хэ Лин		13.12.2019 г.

4. Социальная часть

Введение

По характеру физической нагрузки согласно ГОСТ 12.1.005 – 88 работа инженера-исследователя относится к разряду легких (категория I) с энергозатратами до 174 Вт, но она сопряжена с большой умственной и нервно-психологической нагрузкой.

В механическом производстве, особенно на фабриках, для обработки деталей следует уделять внимание планировке фабрики и размещению среды освещения.

Рабочее место располагается на -1 этаже в 01 цеху, на улице корпова 4, помещение представляет собой комнату размером 5 м на 8 м, высотой 4 м, 8 окон выходящих на север, в помещении находится (25 единиц технологического оборудования станнок, 8 людей).

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Одним из факторов комфортности рабочей среды является организация рабочего места. Рабочее место должно соответствовать ГОСТ 12.2.032 – 92.

1) рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество;

2) рабочий стул должен иметь дизайн, исключаящий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте;

3) рабочее место должно соответствовать техническим требованиям и

санитарным нормам.

Рекомендуются следующие цвета окраски помещений (СН 181 –70):

Согласно СН 245 – 71 объем помещений должен быть таким, чтобы на одного работающего приходилось не менее 15 м³ свободного пространства и не менее 4.5 м³ площади.

4.2 Производственная безопасность

4.2.1 Анализ условий труда на рабочем месте.

Рабочее место, его оборудование и оснащение, применяемые в соответствии с характером работы, должны обеспечивать безопасность, охрану здоровья и работоспособность работающих.

При проектировании механического цеха необходимо уделить внимание и охране окружающей среды.

Таблица 4.1 -Вредные и опасные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разра- ботка	Изготовл- ение	Эксплуата- ция	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	Приводятся нормативные документы, которые регламентируют действие каждого выявленного фактора с указанием ссылки на список литературы. Например, требования к освещению устанавливаются СП

2.Превышение уровня шума		+	+	52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*[59].
3.Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	
4.Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	+	
5.Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	

В бюро, где находятся различные электроустановки, могут быть следующие вредные факторы: наличие - а) не комфортных метеоусловий; б) вредных веществ; в) производственного шума; г) недостаточной освещенности; д) электромагнитного излучения

4.2.2 Анализ показателей шума и вибрации

ПДУ шума - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья человека.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 82 дБА.

Основные источники шума при работе оборудования:

- двигатели приводов;
- зубчатые передачи;
- подшипники качения;
- неуравновешенные вращающиеся части станка;
- силы инерции, возникающие из-за движения деталей механизмов станка с переменными ускорениями;

Используют звукопоглощающие навесные элементы в районе потолка, элементы и панели в верхней части стен, а также звукопоглощающие напыления на стены и пол (звукопоглощающий, иглопробивной материал из пенополиэтилена и акустический войлок). Для виброизоляции – использование в станках виброизолирующих опор (пружинных и резиновых).

Общую вибрацию категории 3 по месту действия подразделяют на следующие типы:

а) на постоянных рабочих местах производственных помещений предприятий;

б) на рабочих местах на складах, в столовых, бытовых, дежурных и других производственных помещений, где нет машин, генерирующих вибрацию;

общую вибрацию в жилых помещениях и общественных зданиях от внешних источников: городского рельсового транспорта (мелкого залегания и открытые линии метрополитена, трамвай, железнодорожный транспорт) и автотранспорта; промышленных предприятий и передвижных промышленных установок

4.2.3 Анализ показателей микроклимата

Микроклимат в производственном цеху определяется такими параметрами как:

- 1) температура воздуха;
- 2) относительная влажность воздуха;

3) скорость движения воздуха.

При высокой температуре в помещении происходит повышенный приток крови к поверхности тела, обильное потоотделение и вследствие, потеря жидкости организмом. При низкой температуре на рабочем месте, приток крови к поверхности тела замедляется, повышается вероятность переохлаждения организма. В обоих случаях снижается работоспособность и внимание, что может привести к несчастному случаю.

Отопление механических цехов следует предусматривать водяное, паровое, воздушное или с нагревательными приборами.

Местные вытяжные системы, удаляющие от станков пыль и аэрозоль СОЖ,

Период года	Категория работы	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	средняя	19 – 24	15 - 75	$\leq 0,1$
Теплый	средняя	15 - 28	20 - 80	$< 0,5$

должны быть раздельными и снабжены сепараторами с дренажными устройствами.

4.2.4 Анализ освещенности рабочей зоны

Нормы освещенности по СНиП 23-05-95 для «Механических, инструментальных цехов, отделений, участков, цеха оснастки, ОТК. (Г-0.8)» составляют 300 люкс.

Таблица 4.2 - световой поток лампы определяется

$$\Phi = \frac{E_H \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} \quad (4.1)$$

где E_H – нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23-05-95, 300 лк;

S – площадь освещаемого помещения, m^2 ;

K_3 – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника наличие в

атмосфере цеха дыма, пыли;

Z – коэффициент неравномерности освещения, отношение $E_{ср} / E_{min}$. Для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным 1,1; N – число ламп в помещении; h – коэффициент использования светового потока.

Коэффициент использования светового потока зависит от индекса помещения i , типа светильника, высоты светильников над рабочей поверхностью h и коэффициентов отражения стен rc и потолка rp .

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = S / h(A+B) \quad (4.2)$$

Рассчитав световой поток Φ , зная тип лампы, по табл. выбираем ближайшую стандартную лампу и определяем электрическую мощность осветительной системы.

Основное станочное помещение с размерами: длина $A=19$ м, ширина $B = 10,5$ м, высота $H = 5$ м.

Высота рабочей поверхности $h_{rp} = 0,8$ м.

Требуемая освещенность $E = 300$ лк.

Коэффициент отражения стен $Rc = 50 \%$, потолка $Rn = 70 \%$.

Коэффициент запаса $k = 1,8$, коэффициент неравномерности $Z = 1,1$.

Выбираем лампу дневного света ЛХБ 80, со световым потоком $\Phi_{лд} = 4220$ Лм.

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР-2-80.

Одним из критериев оптимальности расположения светильников является величина λ , которая для люминесцентных светильников лежит в диапазоне 1,1–1,3.

Принимаем $\lambda=1,1$, расстояние светильников от перекрытия (свес) $h_c = 0,3$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = h_n - h_p, \quad (4.3)$$

где h_n – высота светильника над полом, высота подвеса, h_p – высота рабочей поверхности над полом.

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для двухламповых светильников ОДОР: $h_n = 3,5$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = H - h_p - h_c = 5 - 0,8 - 0,3 = 3,9 \text{ м.} \quad (4.4)$$

$$L = \lambda \cdot h = 4,29 \text{ м}$$

Число рядов светильников в помещении:

$$Nb = \frac{B}{L} = \frac{10,5}{4,29} = 2,64 \approx 3$$

Число светильников в ряду:

$$Na = \frac{A}{L} = \frac{19}{4,29} = 4,42 \approx 4 \quad (4.5)$$

Общее число светильников:

$$N = Na \cdot Nb = 3 \cdot 4 = 12 \quad (4.6)$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{4,29}{3} = 1,43 \text{ м} \quad (4.7)$$

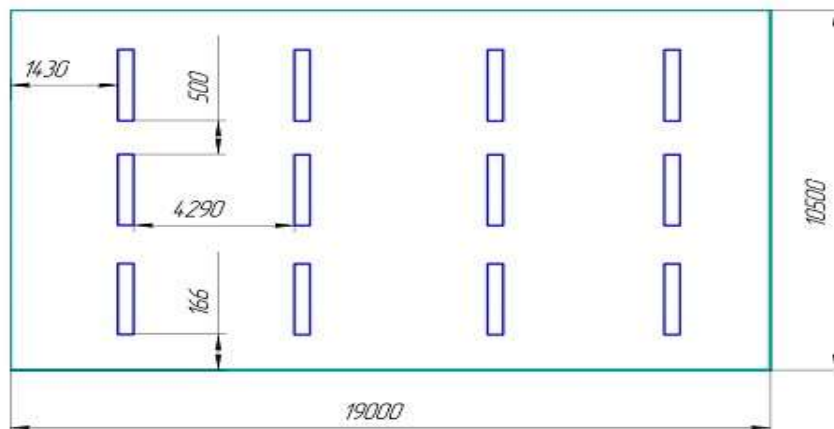


Рисунок 4.1 – Схема расположения светильников производственном помещении

Индекс помещения:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{19 \cdot 10,5}{3,9 \cdot (19 + 10,5)} = 1,73 \quad (4.8)$$

Коэффициент использования светового потока для светильников типа ОДОР с люминесцентными лампами при:

$$\rho_{\text{П}} = 70 \%;$$

$$\rho_{\text{С}} = 50\%;$$

Индекс помещения $i = 1,6$ равен $\eta = 0,61$.

Потребный световой поток люминесцентной лампы светильника определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{п}} = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{150 \cdot 19 \cdot 10,5 \cdot 1,8 \cdot 1,1}{24 \cdot 0,61} = 4047,23 \text{ лм} \quad (4.9)$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{лд}} - \Phi_{\text{п}}}{\Phi_{\text{лд}}} \cdot 100\% \leq 20\%; \quad (4.10)$$

$$\frac{\Phi_{\text{лд}} - \Phi_{\text{п}}}{\Phi_{\text{лд}}} \cdot 100\% = \frac{4220 - 4047,23}{4220} \cdot 100\% = 4,09\%.$$

Таким образом: $-10\% \leq 4,09\% \leq 20\%$, необходимый световой поток светильника не выходит за пределы требуемого диапазона.

4.2.5 Анализ электробезопасности

Электроустановки разделяют по напряжению: с напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В с присутствием агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).

Средства коллективной защиты в механическом цехе от поражающего действия тока:

Защитное заземление, Зануление, Защитное отключение,

Защитные ограждения, Разделительные трансформаторы.

4.2.6 Анализ пожарной безопасности

При проектировании и строительстве производственных зданий и сооружений необходимо учитывать категорию пожарной безопасности производства.

В цехе на заметных местах установлены специализированные щиты со

следующим противопожарным инвентарем:

Топоры; Багры; Ломы; Ведра.

Огнетушитель ОХВП-10 предназначен для тушения начальных загораний твердых веществ и легковоспламеняющихся жидкостей,

Чтобы имеющееся противопожарное оборудование находилось в исправном и работоспособном состоянии.

Сотрудникам предприятия проводится обучение и инструктаж по пожарной безопасности. В случае возникновения очага возгорания эвакуация людей и оборудования производится по специальным эвакуационным путям, обозначенным на планах эвакуации на случай пожара, которые также вывешены в наиболее видных местах.

Эвакуационными выходами служат двери и ворота, ведущие из помещения наружу.

4.3 Экологическая безопасность

Основными мероприятиями по уменьшению негативного влияния машиностроительных предприятий на экологию являются следующие действия:

- внедрение современных технологий, способствующих уменьшению вредных отходов производства;
- улучшение систем фильтрации сточных вод, воздуха и других сбросов предприятия;
- переработка вредных веществ и утилизация отходов производства;
- внедрение системы мониторинга и контроля экологии местности.

Таким образом для нашего предприятия будет рентабельней утилизировать СОЖ на специальных заводах и фабриках.

Методы переработки СОЖ:

- 1) Физико-химический метод: разложение
- 2) Механический метод: мембранная очистка
- 3) Термический метод: выпаривание/дистилляция.

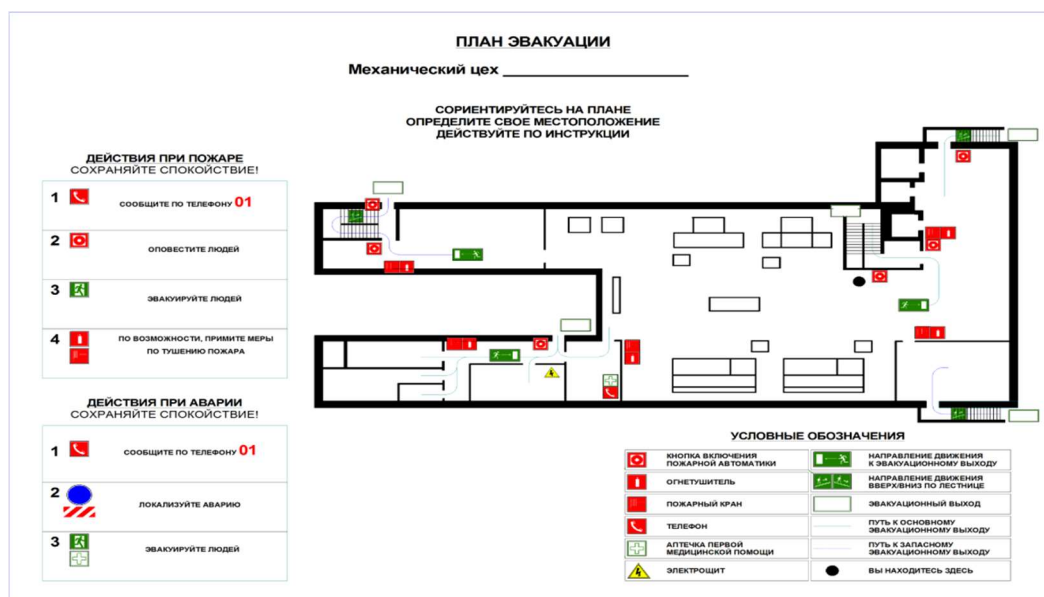
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Производство находится в городе Томске, в умеренном климатическом поясе.

Природные катаклизмы в данном регионе крайне маловероятны. Наиболее вероятными ЧС на объекте могут быть сильные морозы и теракт.

Для Западной Сибири в зимнее время года характерны морозы до -45°C . Достижение низких температур приведет к поломке оборудования, выхода из строя технических систем, которые обслуживают предприятие и сооружения, а также обморожениям и даже жертвам среди населения.

Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.



Вывод: В ходе исследования рабочего места было выявлено соответствие следующий факторов: освещенность, микроклимат в помещении, уровень шума и вибрации, нагрузка на органы зрения, опасность поражения электрическим током, СИЗ, уровень запыленности, пожарная безопасно

Заключение

В работе было сделано определение типа производства, анализ конструкции детали, расчет режимов резания, расчет основного времени, определение штучно-калькуляционного времени, расчет допусков, припусков и технологических размеров.

Для закрепление деталь использовать такой приспособление трёх- кулачкового патрон с пневматическим приводом.и создал анализ,получил такие деталь

Целью данной работы является разработка технологического процесса изготовления корпуса оправки для алмазного выравнивания отверстий

Соответствие в социальной ответственностью и финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Список

1. Справочник технолога машиностроителя. В двух томах. Том 1. Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, А.М. Дальского и А.Г. Суслова. Пятое издание, исправленное. 2003. - 912 с, илл.
2. Справочник технолога машиностроителя. В двух томах. Том 2. Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, А.М. Дальского и А.Г. Суслова. Пятое издание, исправленное. 2003. - 943 с, илл.
3. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей. учебное пособие / В. Ф. Скворцов, - 2 - е ИЗД. – Томск: Изд – во Томского политехнического университета, 2009. – 91 с.
ISBN 5-98298.
4. Горбачевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие / А.Ф. Горбачевич, В.А. Шкред. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. – 256 с.
5. Марков, В.В. Расчёт режимов резания. Курсовое и дипломное проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие / В.В. Марков, А.В. Сметанников, П.И. Кисеев, Л.И. Лебедева, Д.А. Ветчинников. – Орёл: Орел-ГТУ, 2010. – 112 с.
6. Основы технологии машиностроения: учебное пособие / В.Ф. Скворцов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012 – 352 с.
7. Машиностроение. Энциклопедия / Ред. совет Г.В. Фролов (пред.) и др. * М.: Машиностроение * М 38 Динамика и прочность машин. Теория механизмов и машин. Т. 1-3. В 2-х кн. Кн. 1 / К.С. Колесников, Д.А. Александров, В.К. Асташев и др.; Под общ. ред. К.С. Колесникова.
8. Презентация на тему: " 1 Тема 10. Производительность и техническое нормирование работ. Технологические основы увеличения производительности. Техничко- экономические показатели."

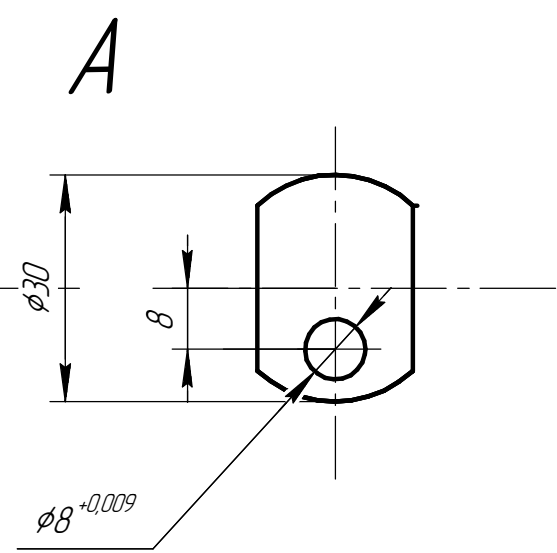
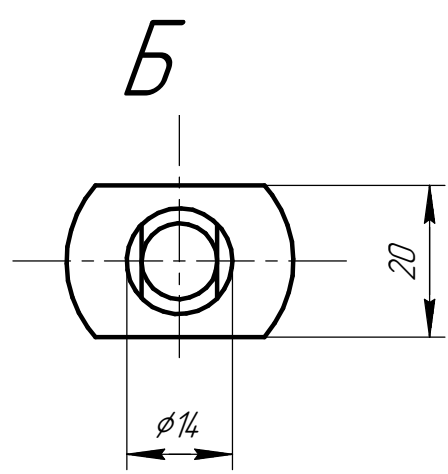
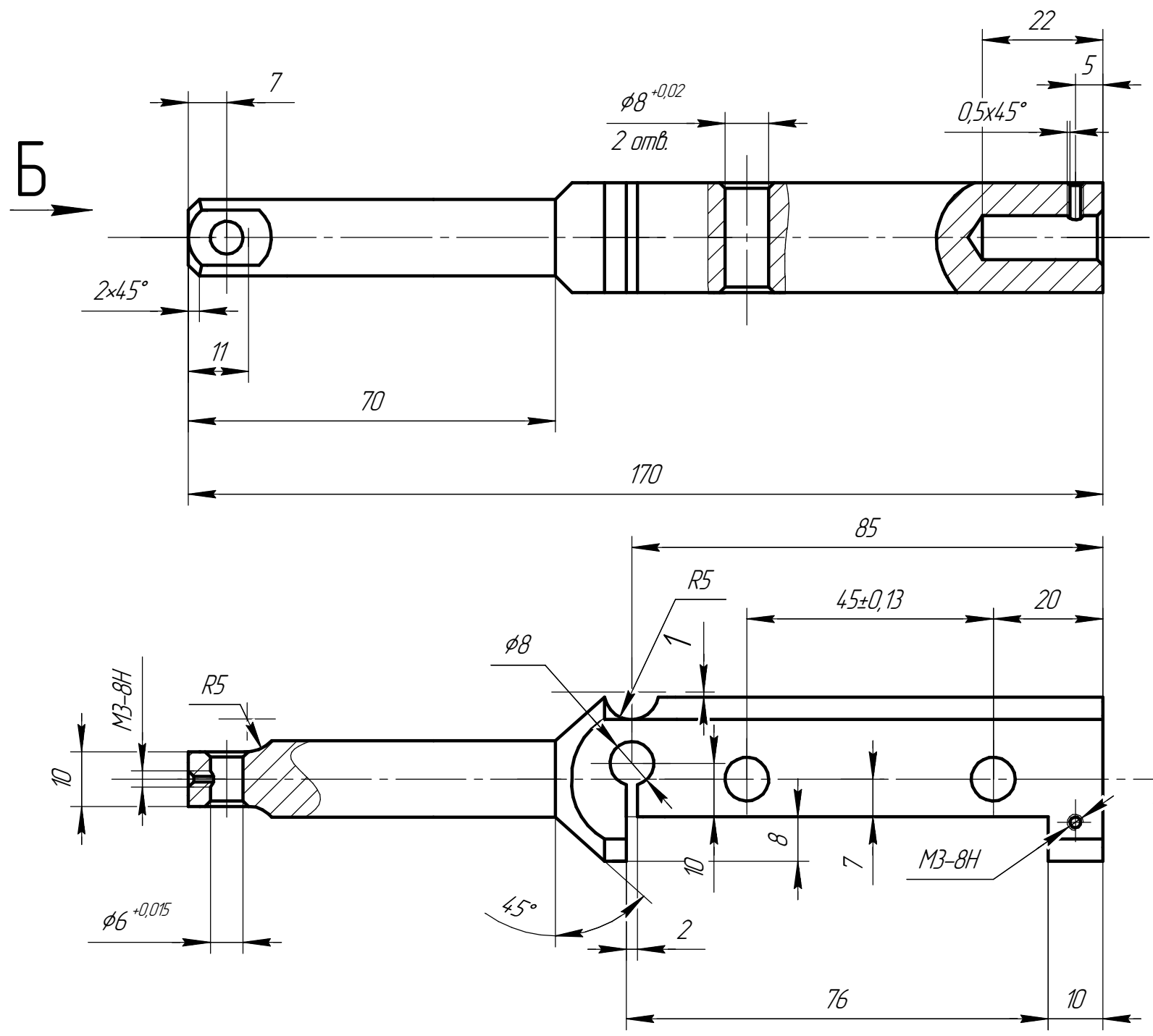
Приложение А. Чертёж детали

КОМПАС-3D v18.1 Учебная версия © 2019 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.

ИШНПТ-154А80011.00.00.01

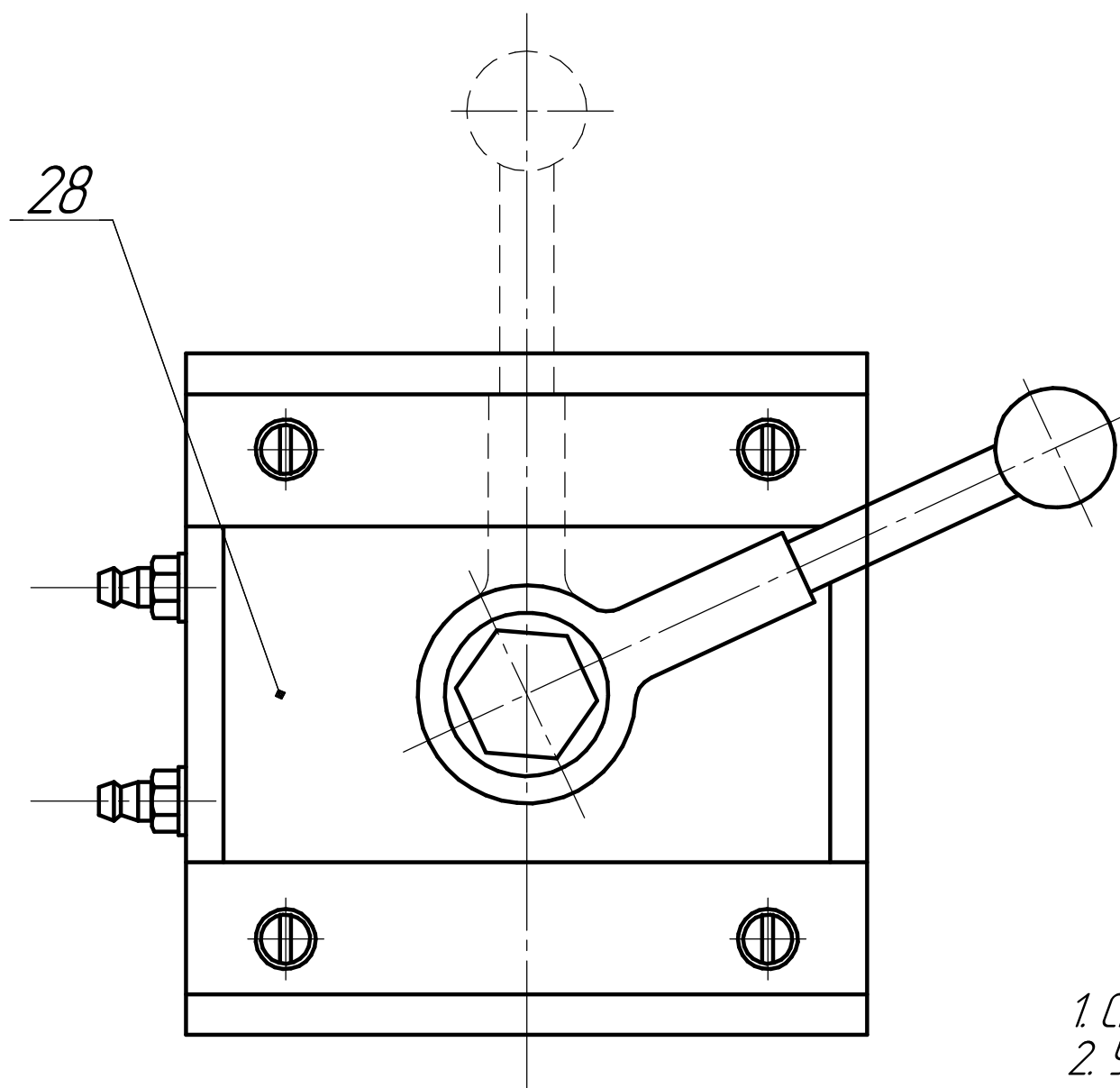
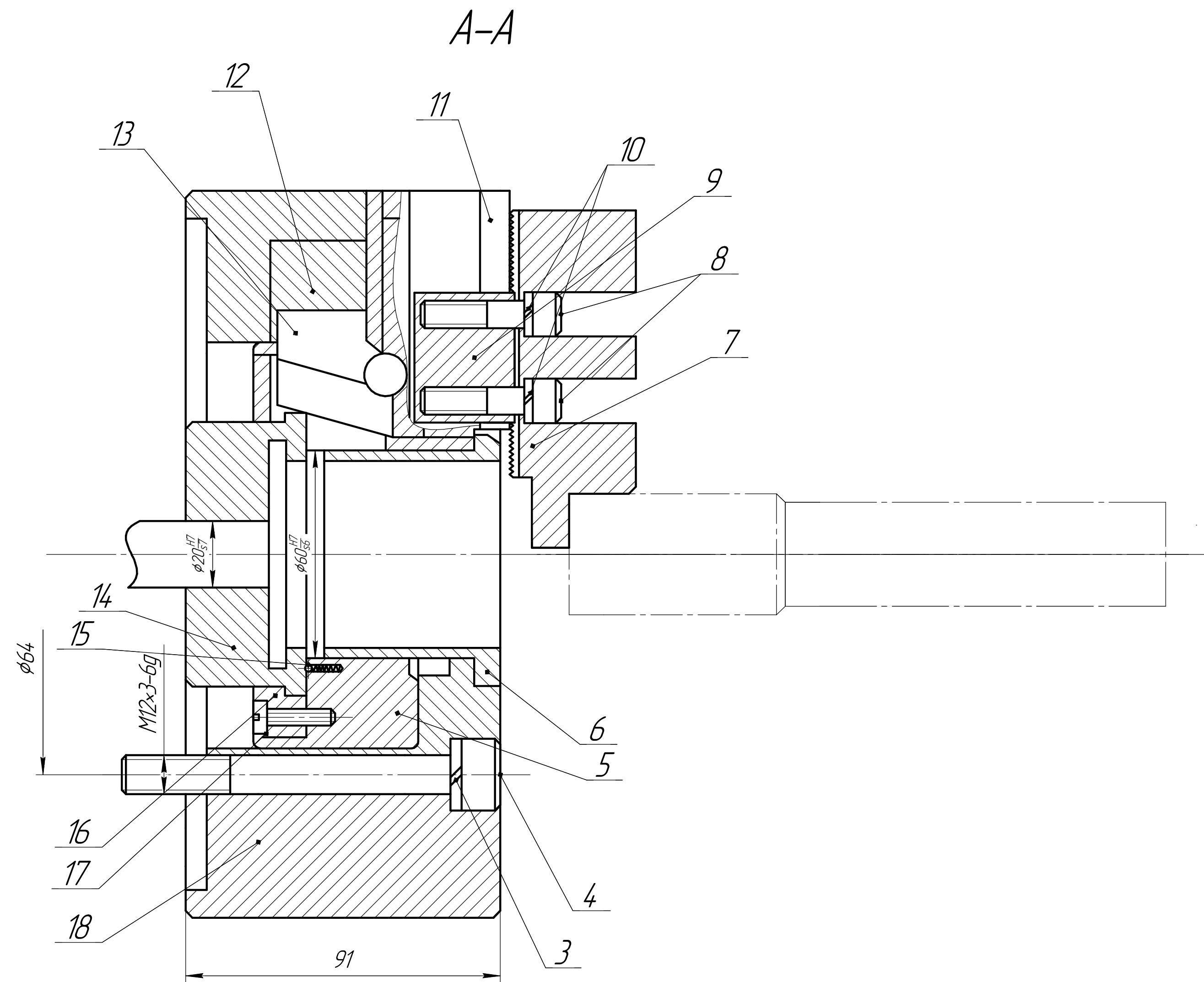
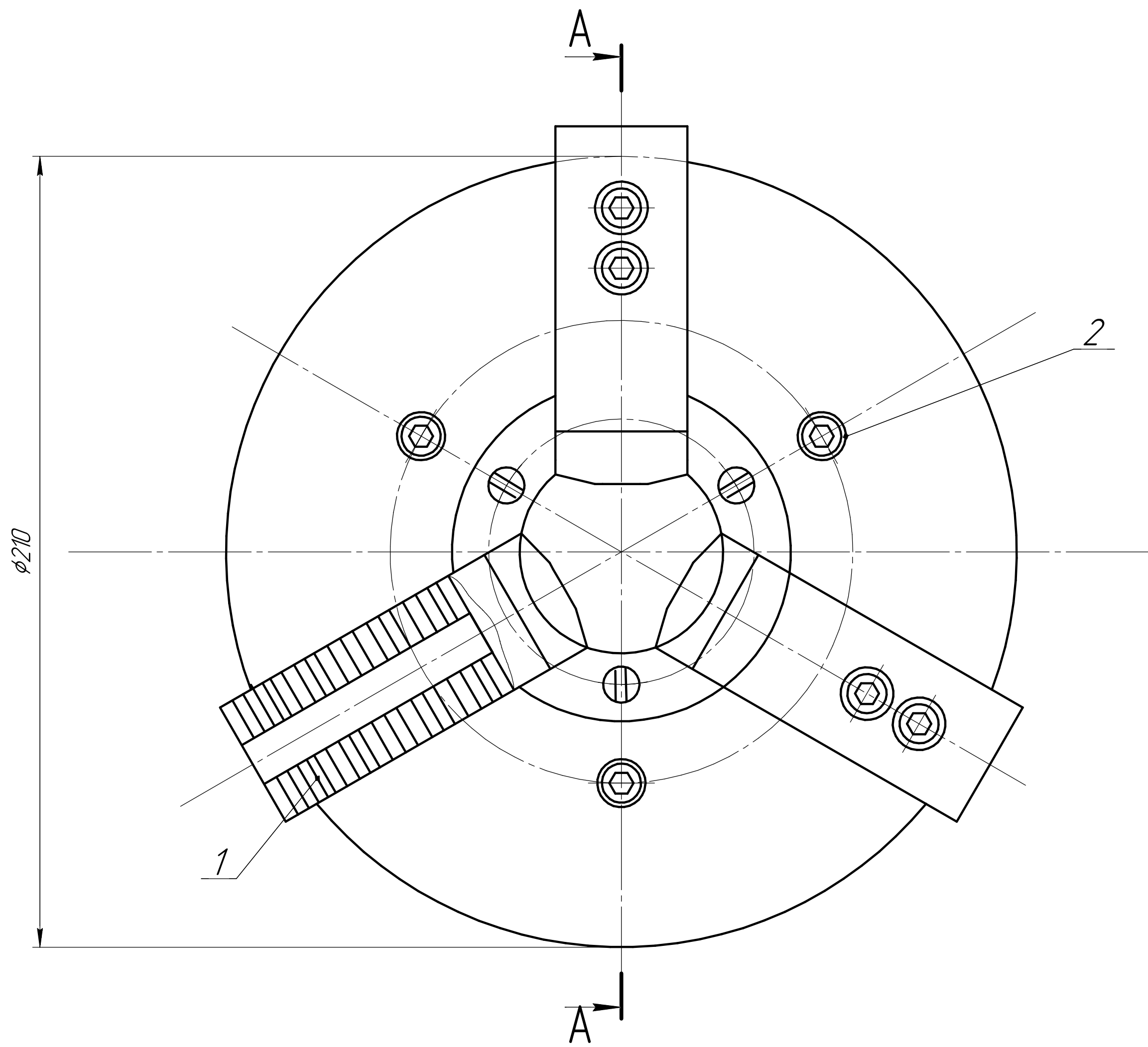
Ra6.3



1. НВ 174-217.
2. ГОСТ 30893.2-2002-МК
3. Не указанные фаски 1x45°

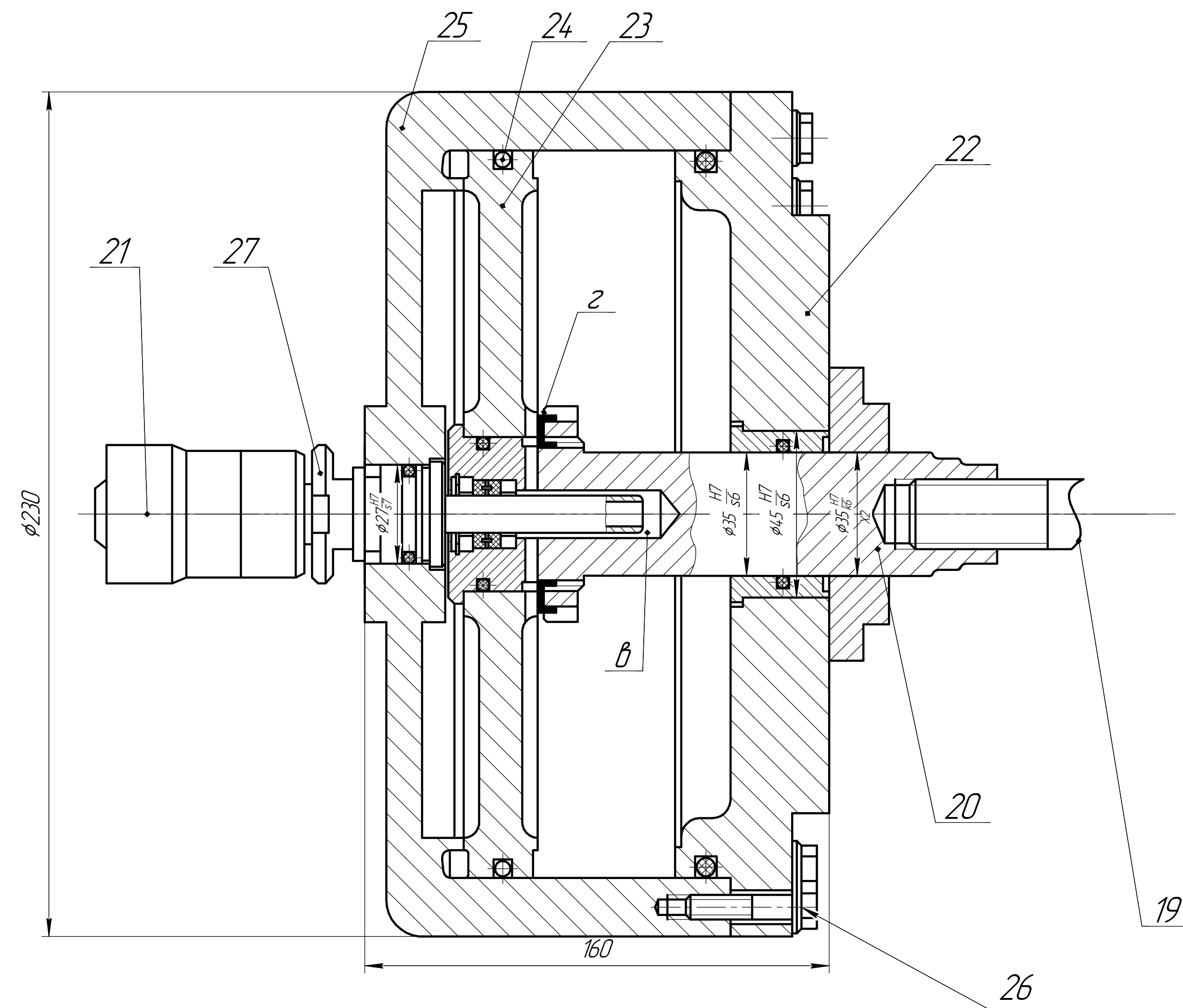
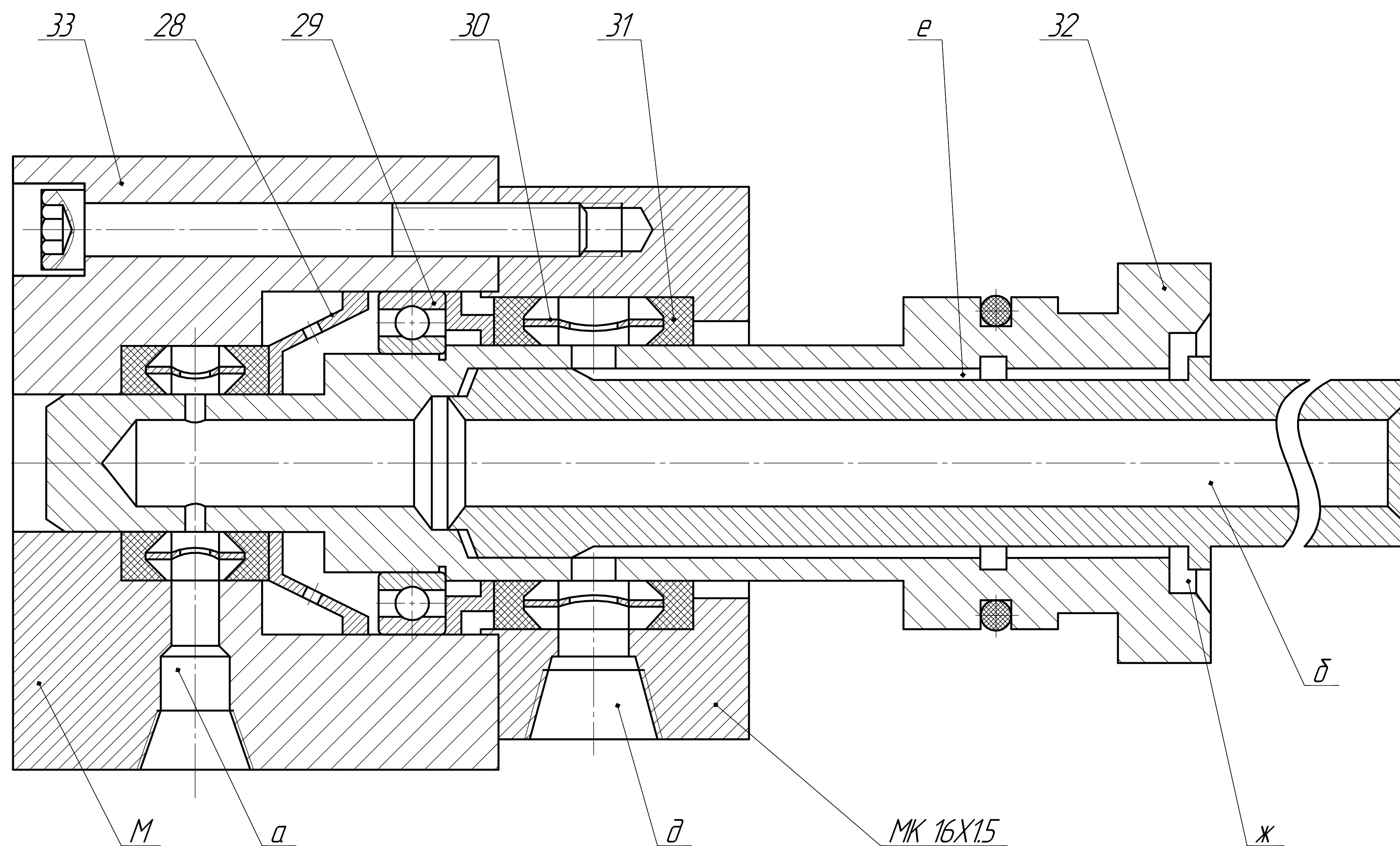
ИШНПТ-154А80011.00.00.01					Оправка Корпус		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Хз	Лин					1:1
Пров.	Червач	Ю.Б.			Лист	Листов	1
Т.контр.					Сталь 40Х		
Н.контр.					ГОСТ 4543-71		
Утв.					ТПУ		
Копировал					Группа: 154А61		
Формат А3							

Приложение Б. Чертёж приспособления



1. Справочные размеры
2. Усилие зажима 6300Н
3. Биеение относительно оси патрона не более 0,5мм
4. Давление воздуха поступающего в цилиндр не более 0,4-0,6МПа
5. ГОСТ 30893.2-2002-МК

					ИШНПТ-154А80011.00.01.02			
Изм./Лист Разраб. Проб. Т.контр.	№ док. ХЗ/Лин Черточ./Лист	Подп.	Дата	Токарный трехручьевой клиновой патрон с пневматическим приводом Сборный чертеж	Лит.	Масса	Масштаб	
							1:1	
					Лист	Листов	1	
Н.контр. Утв.	ТТУ Группа 154А61							



1. Справочные размеры
2. Усилие зажима 6300Н
3. Биеение относительно оси патрона не более 0,5мм
4. Давление воздуха, поступающего в цилиндр не более 0,4-0,6МПа
5. ГОСТ 30893.2-2002-мк

						ИШНТТ-154А8001.00.01.03				
						Токарный трехкулачковый клинчатый патрон с пневматическим приводом Сборный чертеж	Лист	Масса	Масштаб	
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата						1:1	
Разраб.	ХЗ/Лин									
Проб.	Червачи.0.6						Лист	Листов	1	
Т.компр.						ТТЗ Группа 154А61				
Исполн.	Утв.									

Приложение В. Спецификация приспособление

КОМПАС-3D v18.1 Чедная версия © 2019 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №					№ 1	Токарный трёхкулачковый клиновой патрон с пневматическим приводом		
				25		Вращающийся пневмоцилиндр	1	
				21		Смонтирована муфта	1	
				28		Управляющее устройство	1	
				33		Воздухоподводящая муфта	1	
						Детали		
				1		Клиновая канавка	3	
				5		Клиновой блок	1	
				6		Направляющий рукав	1	
				7		Кулачек	1	
				9		Сухарь	1	
				11		Рукав	1	
				12		Ползун	2	
				13		Мастер челюсть	1	
				14		Автоматический тяга	1	
				15		Пружина сжатия	1	
				16		Держатель	1	
				18		Корпус патрона	1	
Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ИШНПТ-154А80011.00.02.04				
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Лист	Листов
Присобление						ТПУ Группа: 154А61		

2

Приложение Г. Техническая карта

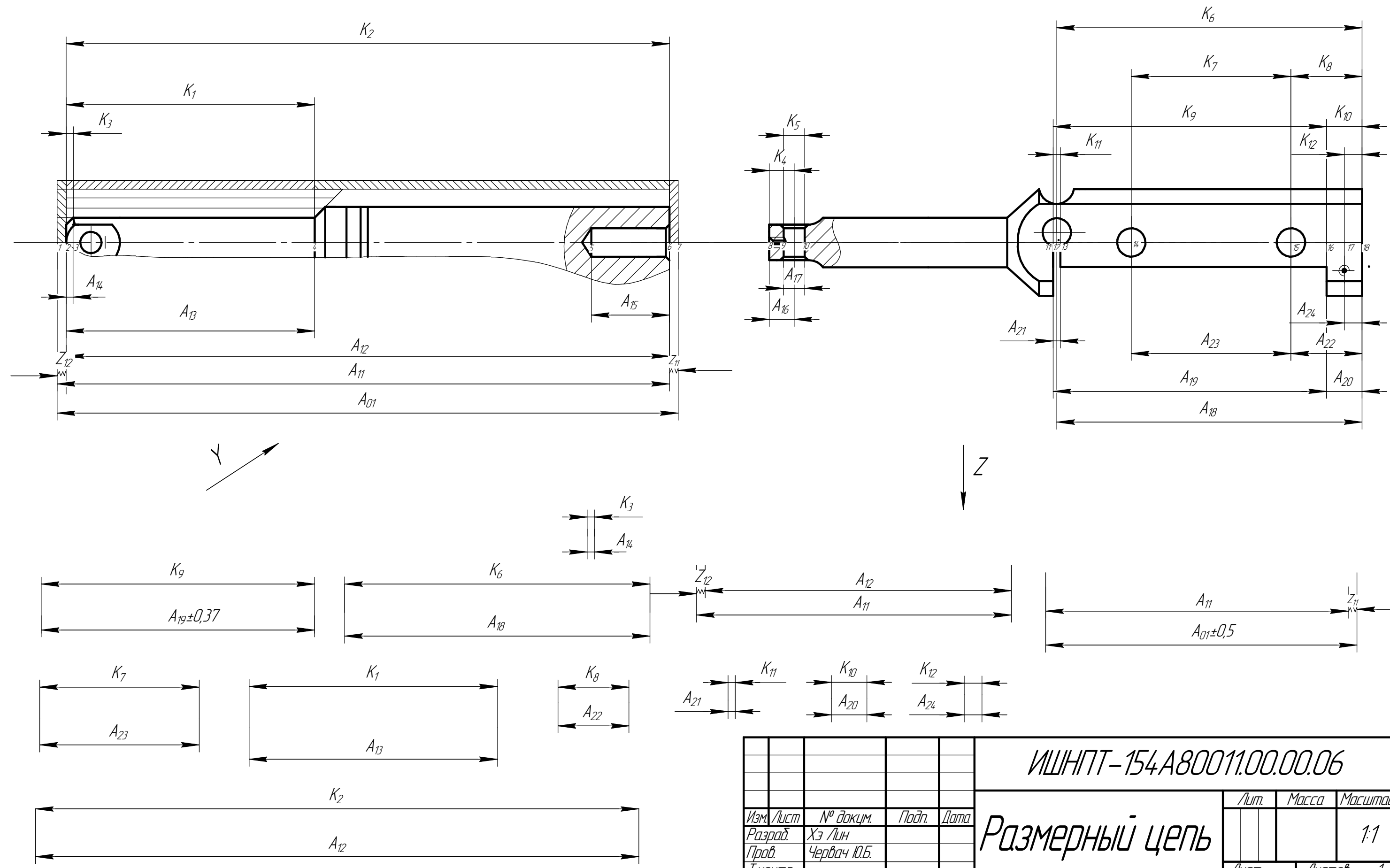
					ИШНПТ-154А80011.00.00.05	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		2

Приложение Д. Размерный цепь

КОМПАС-3D v18.1 Учебная версия © 2019 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

ИШНПТ-154А80011.00.00.06

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.



					ИШНПТ-154А80011.00.00.06				
					Размерный цепь	Лит.		Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					1:1
Разраб.	Хэ Лин								
Пров.	Червач Ю.Б.								
Т.контр.									
Н.контр.						Лист		Листов	1
Утв.						ТПУ Группа: 154А61			